MEDEDEELINGEN

UIT

'S LANDS PLANTENTUIN

XLVIII

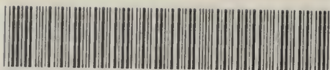
# EEN BACTERIE-ZIEKTE DER TOMAAT

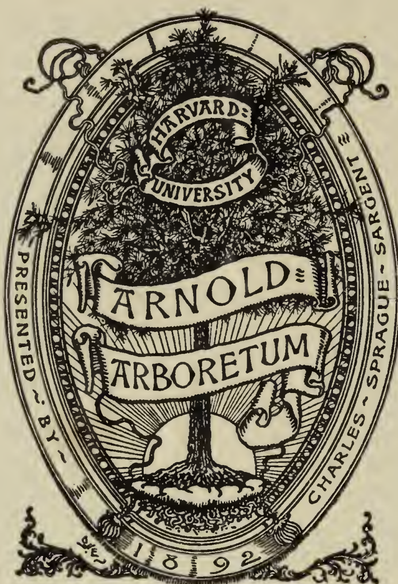
DOOR

Dr. F. W. T. HUNGER.



BATAVIA
G. KOLFF & Co.
1901.


3 2044 106 344 674


HARVARD
UNIVERSITY
ARNOLD
ARBORETUM
PRESENTED ~ BY ~
CHARLES ~ SPRAGUE ~ SARGENT
1892

# EEN BACTERIE-ZIEKTE DER TOMAAT



Typ. G. Kolff & Co. — Batavia.

MEDEDEELINGEN

UIT

Buitenzorg - 'S LANDS PLANTENTUIN

XLVIII

# EEN BACTERIE-ZIEKTE DER TOMAAT

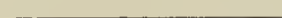
DOOR

D^R. F. W. T. HUNGER.



BATAVIA
G. KOLFF & Co
1901

# INHOUD.



# VOORWOORD.

In de volgende bladzijden, heb ik getracht de resultaten neder te leggen, die eigen onderzoek omtrent een bacterieziekte der tomaten mij hebben gegeven.

Deze onderzoekingen werden aangevangen in mijn betrekking van waarnemend Chef der II^e Afdeeling van 's Lands Plantentuin, waarmede ik bij Gouvernements Besluit van den 29^sten Augustus 1899, N°. 17, tijdelijk belast was.

Door daarop volgende verandering van werkkring had ik geen gelegenheid mij aan de uitwerking der reeds afgesloten onderzoekingen te wijden, om welke reden het verklaard moet worden, dat deze publicatie eerst thans verschijnt.

F. W. T. HUNGER.

*Buitenzorg*, Maart 1901.

# INLEIDING.

## DE TOMAAT
(*Lycopersicum esculentum* Mill).

Het oorspronkelijke vaderland van de Tomaat is tropisch Amerika, vermoedelijk Mexico en Peru, waar ze door de inboorlingen gekweekt werd lang voor de komst van Columbus.

De eerste namen, die men door de botanisten van de XVI de eeuw opgeteekend vindt, wijzen voornamelijk op Peru als land van herkomst, zooals b.v. Mala peruviana en Pomi del Peru.

Gelijk het met vele planten gegaan is, is ook de tomaat door de Spanjaarden naar Europa overgebracht, waar ze aanvankelijk om hare schoone vruchten als sierplant gekweekt werd.

Het geslacht Lycopersicum behoort tot de natuurlijke familie der Solaneae en omvat een klein aantal soorten, die alle in Amerika thuis behooren.

De tomaat, die tegenwoordig over de geheele wereld, zoowel in de gematigde als warme luchtstreken geteeld wordt, draagt den wetenschappelijken naam: Lycopersicum esculentum Mill. (Syn: Solanum Lycopersicum L).

Lycopersicum komt af van het grieksche woord lykos — wolf, en persica beteekent persisch; de soortnaam esculentum duidt aan dat de vrucht eetbaar is. De algemeen bekende volksnaam is liefdesappel, ook wel paradijsappel om de prachtige hel roode vruchten, die ze draagt.

Lycopersicum esculentum Mill is de stamhouder van een menigte variëteiten, die tegenwoordig in cultuur zijn.

In Japan werd de tomaat in den tijd van Thunberh nog niet gekweekt en het ontbreken bij de oudere schrijvers van elke aanwijzing of vermelding, wettigt de gevolgtrekking, dat de invoering der tomaat in China ook van recenten datum is.

Hier in Indië werd de tomaat reeds voor meer dan anderhalve eeuw ingevoerd en gekweekt en verwilderde zelfs spoedig op verschillende plaatsen.

In het Maleisch heet ze tomata of tomatti, dit is echter de amerikaansche naam, immers Bauhin beschrijft de soort als Tumatle americanorum; nogtans wordt ze door de maleiers wel Teroeng bali genoemd. In het Soendaneesch draagt ze den naam van Lentja komir of bondat en in het Javaansch Teroeng olanda of belondatan.

Rumphius vermeldt haar aanwezigheid in Indië reeds in 1755 en wat deze oude natuuronderzoeker in zijn Amboneesch kruidboek omtrent haar gebruik mededeelt is zeer interessant om te lezen (Tom V. 2, pag 416—417)

De voornaamste tomatencultures bestaan in Amerika, b.v. in New-Jersey, Maryland en Virginia, waar ze zeer groote oogsten opleveren; alleen in Virginia wordt de jaarlijksche opbrengst op 1 millioen dollars d. i. ± $2^1/_2$ millioen gulden berekend. In Noord-Carolinia en Georgia is het evenals in Florida ook een belangrijke tak van landbouw.

Zooals alle planten, die lang in cultuur zijn geweest, heeft ook de tomaat hare ziekten en plagen zien toenemen; groot nadeel wordt haar daardoor toegebracht, waarbij zoowel plantaardige als dierlijke vijanden als ziekteoorzaken optreden.

Onder de tomatenziekten neemt echter de, in de volgende bladzijden te beschrijven bacterieziekte zeker wel een eerste plaats in.

In zuidelijk Mississippi beloopen de verliezen door deze bacterieziekte veroorzaakt, duizenden dollars; de schade is op vele plaatsen soms zoo groot, dat ze iedereen van het kweeken dezer vrucht bepaald afschrikt, geheele velden zijn jaar na jaar vernield. Dezelfde omstandigheden komen ook in Charleston S. C. voor, verder in Washington, terwijl het in Auburn en Alabama dienaangaande niet beter gesteld is. Soms zijn de verliezen 80 à 90 pCt. (zie Rolfs 1898, p. 130) en is de grond dermate geïnfecteerd, dat de tomatencultuur daarop onmogelijk wordt.

In zulk een mate treedt deze ziekte in Indië nog niet op, trouwens de tomaat wordt in vergelijking met bovengenoemde landen, hier slechts op geringe schaal in cultuur gebracht; toch kan ik verzekeren op Java aanplantingen gezien te hebben, die geheel te loor gingen, alleen tengevolge dezer ziekte, die de planten aangetast had.

De eerste gelegenheid om deze ziekte nader te bestudeeren, werd mij geboden, toen een kleine aanplant in 's Lands Plantentuin te Buitenzorg wegkwijnde, zonder dat iemand de oorzaak bevroedde. Naderhand werd ik eenige malen in de gelegenheid gesteld ook andere grootere aanplantingen te bezoeken, waar de gewassen eveneens te gronde gericht werden door deze bacterieziekte.

Laten we, na deze inleiding thans overgaan tot de behandeling dezer ziekte zelve.

---

# EERSTE GEDEELTE.

## MAKROSKOPISCHE ONDERZOEKINGEN.

---

## HOOFDSTUK I.

### UITWENDIGE ZIEKTEKENMERKEN

#### A. Ziekteverschijnselen aan de bovenaardsche plant.

---

De hier te beschrijven bacterieziekte der tomaat vertoont zich duidelijk waarneembaar bij het onverwacht verwelken der bladeren. Het gewone verloop is, dat de jongste blaadjes der aangetaste plant het eerst kwijnen en slap neerhangen, dan volgen de oudere, wier punten omkrullen en binnen korten tijd vergaat de geheele plant. Het ziekteproces duurt na het optreden dier kenteekenen betrekkelijk kort.

Vooraf is meestal een geringe kleursverandering zichtbaar: het donkergroen, dat de normale plant kenmerkt, wordt geelachtig. Vervolgens verschijnen op de bladeren bruine plekken, ten teeken van het afsterven van bladweefsel; de stengel wordt eerst bruin, later zwart gekleurd en zijn ondereinde verschrompelt.

Bij het vertoonen dezer uiterlijke kenteekenen sterft de plant binnen enkele dagen. Zonder meer kan men naar het uitwendige de oorzaak van dit treurig verloop niet vaststellen, daar plaatselijke aanwijzingen volstrekt ontbreken.

Een algemeene oorzaak, waardoor de normale frischheid van eenig plantendeel zoodanig schade lijdt, i. c. het verwelken, is het storen van het evenwicht tusschen het opnemen van water, (wat hoofdzakelijk door middel van het wortelstelsel geschiedt) en het vochtverlies bij de transpiratie van de bovenaardsche plant; waarbij de onttrekking de toevoer overtreft.

De verbreking der normale weefselspanning in de deelen der

plant is in dit geval het noodwendig gevolg en doet zich kennen als verslappen en verschrompelen.

Ter bestrijding van dit euvel staan ons o. a. twee middelen ten dienste, waardoor het verbroken evenwicht kan hersteld worden: primo, de wortelfuncties opvoeren, secundo, de transpiratie doen afnemen. Het eerste geschiedt bij rijkelijke toevoeging van water, terwijl lichttempering in het tweede geval zeer doeltreffend is.

Om na te gaan, of inderdaad waternood, d. i. behoefte aan vocht de aanleiding tot zulk verwelken is, ben ik in den eenen als in den anderen zin proeven gaan nemen.

De omstandigheden waren mij gunstig.

Van een partij tomatenplanten, die ik onder volmaakt dezelfde omstandigheden in potten gekweekt had 1) was op een morgen een gedeelte geheel verwelkt, terwijl de rest er uitstekend bijstond. Van deze laatste nam ik nu 15 planten die ik, door ze dien morgen volstrekt geen water te geven en aan de felle zon bloot te stellen, opzettelijk in een toestand van verwelking bracht.

Toen de bladen flink slap hingen, begon ik met 30 tomatenplanten de volgende proeven:

*Stelselmatige schikking en behandeling.*

Groep A. De planten, die onopzettelijk verwelkten.
„ B. De planten met opzet verflenst.

Proef I. *Poging tot herstel door toevoeging van water aan de onderaardsche plant.*

| | Groep A. | Groep B. |
|---|---|---|
| 1e dag. | Ze bleven gedurende den middag slap. Tegen den avond begonnen | Deze waren 1 1/2 uur na de begieting weder normaal. |

1) Deze planten stonden alle in een kweekplaats, die met een glazen dak bedekt was. De zware Buitenzorgsche regens oefenden dus bij deze niet den minsten invloed.

| | | |
|---|---|---|
| | ze zich te herstellen, om 6 uur 's avonds waren ze normaal. | |
| 2e dag. | 's Morgens om 8 uur hingen ze weder slap. Opnieuw werd water gegeven. Ze hadden zich dezen dag nog niet hersteld, toen ik ze 's avonds om 7 uur waarnam. | bleven normaal. 1) |
| 3e dag. | 's Morgens om 6 uur waren ze normaal, om 7 uur weder slap. Opnieuw werd water gegeven. Ze herstelden zich in het geheel niet weer, bleven verwelkt en waren na 2 dagen dood. | bleven normaal. |

Proef II. *Poging tot herstel door lichttempering.*

| | Groep A¹. | Groep B¹. |
|---|---|---|
| 1e dag. | Ze bleven gedurende den geheelen dag slap. Ze hadden zich nog niet hersteld, toen ik ze des avonds om 7 uur waarnam. | Ze waren na 2½ uur in de schaduw te hebben gestaan, weder normaal. |
| 2e dag. | 's Morgens om 7 uur waren ze normaal, om half 8 weder slap. Nu begoot ik de aarde rijkelijk. Ze herstelden zich echter niet weer en waren den | bleven normaal. |
| 3e dag. | dood. | bleven normaal. |

1) Als gewoonlijk werden ze geregeld éénmaal per dag begoten.

PROEF III. *Poging tot herstel èn door lichttempering èn door toevoeging van water aan de onderaardsche plant.*

| | Groep $A^2$. | Groep $B^2$. |
|---|---|---|
| 1e dag. | Ze waren na 5½ uur weder normaal. | Ze waren na ¾ uur weder normaal. |
| 2e dag. | 's Morgens om 8 uur wederom slap. Opnieuw werd water gegeven, tegen den avond herstelden ze zich en waren om 7 uur weder normaal. | bleven normaal. 1) |
| 3e dag. | 's Morgens om 8 uur slap; ze herstelden zich dezen dag niet weer, niettegenstaande ze opnieuw begoten werden. | bleven normaal. |
| 4e dag. | Om 6 uur waren ze normaal, om 7 uur weder slap, nu hersteld‹n ze zich niet weer en waren na 2 dagen dood. | bleven normaal. |

PROEF IV. *Poging tot herstel door rijkelijke besproeiing uitsluitend der bovenaardsche plant, de aarde bleef onbegoten.*

| | Groep $A^3$. | Groep $B^3$ |
|---|---|---|
| 1e dag. | Ze waren na $1^1/_2$ uur na de besproeiing weder normaal. | Ze waren na $1^1/_4$ uur weder normaal. |
| 2e dag. | Om 8 uur 's morgens weer slap. Opnieuw bespoten, om 5 uur 's middags normaal. | bleven normaal. 2) |
| 3e dag. | Om 8 uur weder slap. Opnieuw bespoten. Ze herstelden zich dien dag niet weer en waren den | bleven normaal. |
| 4e dag. | dood. | bleven normaal. |

1) Zie vorige pagina verklaring van 1).
2) Geregeld éénmaal per dag werden deze planten bespoten, de aarde echter niet begoten.

Proef V. *Poging tot herstel door toevoeging van water èn aan de bovenaarsche- èn aan de onderaardsche plant.*

| | Groep $A^4$. | Groep $B^4$. |
|---|---|---|
| 1e dag. | Ze waren na 1¼ uur normaal. | Ze waren na ½ uur weder normaal. |
| 2e dag. | 's Morgens om 8 uur hingen ze slap. Opnieuw begoten en bespoten. Om 4 uur 's middags weer normaal. | bleven normaal. 2) |
| 3e dag. | 's Morgens om 8 uur slap, opnieuw begoten en bespoten; 's avonds om 7 uur normaal. | bleven normaal. |
| 4e dag. | 's Morgens om 8 uur slap, opnieuw begoten en bespoten. Herstelden zich dien dag niet weer. | bleven normaal. |
| 5e dag. | 's Morgens om 6 uur normaal, om 8 uur slap, opnieuw begoten en bespoten. Herstelden zich niet weer en waren na 3 dagen dood. | bleven normaal. |

Uit bovenvermelde proeven valt dunkt mij, zonder bezwaar af te leiden, dat er tusschen de A. en B. groepen een groot verschil bestaat wat betreft de oorzaak van beider verwelken.

Het herstel der A groepen is slechts tijdelijk, telkens keeren ze tot denzelfden toestand van verwelking terug en sterven ten slotte toch, terwijl de B groepen, nadat ze zich éénmaal hersteld hebben ook verder normaal blijven.

De eenige aanleiding van het verwelken der B groepen moet hierin worden gezocht, dat ik ze water onthield en daarenboven in de zon plaatste; na deze behandeling kon verlepping niet uitblijven. Deze toestand wordt hier echter dadelijk volkomen opgeheven, zoodra òf de transpiratie sterk tegen-

1) Geregeld éénmaal per dag begoten en bespoten.

gegaan (proef II), òf de onderaardsche plant water toegevoegd wordt (proef I). Worden deze beide hulpmiddelen gelijktijdig toegepast (proef III) dan zien we, dat zulks op de snelheid van herstel een merkbaren invloed heeft.

Geheel anders is het met de A groepen, die ik verwelkt aantrof, zonder dat ze opzettelijk in dien kwijnenden staat gebracht waren.

De toevoeging van water aan de wortels (proef I) maakten ze dien dag voor het oog weder frisch, doch dezelfde bewerking had den tweeden dag niet zoo vlug dat gevolg; de grootere afkoeling van den volgenden nacht kon ze eerst weder schijnbaar doen herstellen, doch slechts voor korten tijd — toen stierven ze. Proef II had niet veel meer succès, één keer ging het goed, den tweeden dag niet opnieuw, den derden dag waren ze dood.

De combinatie, het matigen der transpiratie, met verhooging der wortelfuncties (proef III) was oorzaak, dat deze planten het eenige dagen langer uithielden; ze herstelden zich gedurende de eerste twee dagen; den derden dag ging het niet, doch de daaropvolgende nacht bracht nog ten derden male herstel, toen was het ook uit.

De bespuitingen tot de bovenaardsche plant beperkt (proef IV) oefenden op de A groep een gunstige invloed uit, in geen ander geval herstelden ze zich zoo snel; alleen werd het nog overtroffen in proef V met de gelijktijdige begieting van de onderaardsche plant.

De conclusie, die wij thans reeds kunnen vormen is, dat het ontstaan van den waternood bij de A groepen een gevolg was eener nog onbekende oorzaak en daarom dus niet als een primair ziekteverschijnsel mag aangemerkt worden.

Een ander verschijnsel, dat geregeld bij de zieke planten optreedt, is „adventiefvorming", d.w.z. een nieuwvorming van organen (knoppen en wortels) aan ongewone plaatsen van de plant.

In tegenstelling met de normale knoppen, die steeds aan het einde van een tak (of stengel) of in de bladoksels zich ontwikkelen, verschijnen in dit geval knoppen aan de bladeren,

evenzoo veranderen de wortels hun gewone plaats van ontstaan, door in stede van onder den grond aan de bovenaardsche plant te voorschijn te treden.

Te dezen opzichte vond ik beide soorten van adventiefvorming, doch de adventiefknopvorming slechts twee malen, zoodat deze niet als symptoon dezer tomatenziekte mag gelden, hoewel haar ontstaan toch wellicht in onmiddellijk verband met de ziekte gebracht moet worden. De adventieve wortelvorming treedt daarentegen zoo geregeld op, dat deze stellig voor den ernstigen waarnemer als het eerst uitwendig merkbaar symptoon in aanmerking komt. Reeds geruimen tijd, voordat de plant nog begint te verwelken, zijn deze vormingen reeds zeer duidelijk waar te nemen. Zij verschijnen aan den stengel, meerendeels aan zijn ondereinde even boven den grond; ze kunnen echter over den geheelen stengel verspreid voorkomen, zelfs op de bladstelen. Aan de stengelbasis treden ze soms in zoo'n aanzienlijke hoeveelheid op, dat de geheele voet met deze vormingen, — die zich voordoen als kleine knobbeltjes —, bezet is. (Zie plaat I, fig. 1.)

De adventieve knopvorming komt aan de bladeren voor en is, gelijk boven opgemerkt werd, zoo weinig door mij waargenomen, dat ze wel niet als vast verschijnsel mag geacht worden, maar toch als medesymptoon, dat bij zijn tamelijke zeldzaamheid zeer merkwaardig is, mijns inziens, een nadere beschouwing verdient.

Deze knoppen ontstaan meestal op de bovenzijde der bladeren, òf uit de hoofdnerf zelf, òf anders in haar nabijheid. De meening, dat deze secundaire loot niets anders zou zijn dan de uitgegroeide okselknop, die met het draagblad vergroeid is, schijnt mij zeer onwaarschijnlijk, daar bij mijn exemplaren in beide gevallen naast den adventiefknop ook de okselknop normaal ontwikkeld was. Verder was het bij mikroskopisch onderzoek gemakkelijk te constateeren, dat de inwendige organen der adventiefknop zich direct ontwikkelden uit den vaatbundel van het draagblad, juist op de plaats der adventiefvorming, zoodat ik aanneem, dat hier adventieve knopvorming in den eigenlijken zin plaats grijpt.

De eerste, die adventiefknoppen aan de bladeren der tomaat ontdekte, was Duchartre, die daarover in de Annales d. Sc. Nat. 1853 1) zijn bevinding mededeelt. Op pag 241 schrijft hij het volgende: „C'est uniquement de l'axe et sur l'axe que naissent „les appendices ou les organes appendiculaires et de là résulte „un moyen sûr pour déterminer la nature réellement axile de „certaines expansions, que leur apparence foliacée pourrait faire „méconnaître, mais sur lesquelles on voit naître des feuilles ou „des fleurs. Si les organes appendiculaires ne donnent pas nais-„sance à d'autres productions du même ordre qu'eux, à plus „forte raison ne peuvent-ils développer des formations d'ordre „supérieur, c'est à dire de nature axile".

Hieruit blijkt, dat Duchartre groot gewicht hecht aan het verschil tusschen de adventiefknoppen op bladeren, zoo die zich al of niet later tot zelfstandige planten kunnen ontwikkelen.

Duchartre komt nu tot de meening, dat de adventiefknoppen, welke hij bij tomaten aantrof, op de bovenzijde van den algemeenen bladsteel, ter plaatse, waar de zijblaadjes bevestigd zijn, of juister, in de oksels van deze, niet in staat zijn tot een zelfstandig leven.

Omtrent dit punt ben ik van een tegenovergesteld gevoelen, daar het mij inderdaad gelukt is zulk een adventiefknop tot een zelfstandig plantje op te kweeken. Juist onder de plaats, waar aan de bovenzijde van den algemeenen bladsteel de adventiefknop zich ontwikkeld had, waren bij één mijner proefplanten, twee zeer kleine verhevenheden te bespeuren, die uiterlijk geheel overeenkwamen met de hierboven genoemde adventieve wortelknobbeltjes.

---

1) In de litteratuur kon ik geen andere aanteekeningen omtrent dit verschijnsel vinden dan de hier volgende:

Duchartre. Note sur des feuilles ramiféres de Tomates, Ann. d. Sc. Nat. 1853, III. Série, Tom. 19, pag. 241—251, planche 14.

Friederici. Spross getrieben auf der Mittelrippe eines Blattes von Solanum Lycopersicum. Schriften der Kön. Phijs. Oecon. Gesellsch. zu Königsbergen. 1875, Bd. XVI, pag. [illegible]6.

Godron. Etudes sur les prolifications Mémoires de l' Acad. de Stanislas. 1877, Bd. XXVIII, Sér. IV, Tom. X, pag. 274 - 342. (in separaat pag. 67).

Fermond. Essai de phytomorphie ou Etude des causes qui determinent les principales formes végétales, Paris 1884, vol I, pag 129.

Penzig. Pflanzen Teratologie. 1894, Bd. I, pag 169—170.

Ik maakte nu zoo'n inrichting, dat het draagblad, hetwelk aan de moederplant bevestigd bleef, op vochtige aarde kwam te liggen en dekte dat gedeelte met een glazen klok af.

Na eenige dagen zag men de verhevenheidjes reeds zwellen en het duurde betrekkelijk kort, toen kleine normale adventiefworteltjes zich ontwikkeld hadden, die het hun geboden substraat binnendrongen. Nadat het jonge plantje voldoende aangeslagen was, knipte ik het los van het draagblad en het ontwikkelde zich zelfstandig verder. De moederplant werd later ziek en stierf.

Ofschoon mijn gunstig resultaat misschien het gevolg geweest is van den ziektetoestand der moederplant, waardoor de vorming van adventiefwortels begunstigd wordt, zoo ben ik toch van meening dat de plaatselijke ontwikkeling ervan, i. c. vlak onder den adventiefknop, geen zoogenaamd toeval was, maar dat de aanwezigheid van den adventiefknop wel degelijk tot het ontstaan en de ontwikkeling medegewerkt heeft. Mogelijk is het, dat juist de pathogene invloed hier een hoogere eigenschap tot ontwikkeling heeft laten komen, die in normale gevallen latent blijft, doch daarmede verandert het feit niet, dat ik hiermede met een voorbeeld aangetoond heb, dat de adventiefknoppen der tomatenbladen zich wel tot een eigen, zelfstandige plant kunnen ontwikkelen.

Ik sluit mij daarom aan bij Beyerinck 1), die in zijn verhandeling: „Over het ontstaan van knoppen en wortels uit bladen" opmerkt, dat het van bijkomend belang is, omdat het alleen berust op de meerdere of mindere gemakkelijkheid tot wortelvorming van de betrokken knoppen 2).

Onder de talrijke omstandigheden, die op het ontstaan van adventiefknoppen en adventiefwortels, of op de ontwikkeling van reeds in aanleg of in rustenden toestand verkeerende knoppen en wortels van invloed kunnen wezen, is er in de

1) Beyerinck. Over het ontstaan van knoppen en wortels uit bladen. Nederl. Kruidk. Archief. 1882, 2e Ser, Dl. 3, pag. 438—491. pl. III—IV.
2) l. c. pag. 453.

eerste plaats rekening te houden met den sapstroom of beter gezegd, zooals later zal blijken met de beide sapstroomen.

De bespreking betreffende de directe oorzaak der beide adventiefvormingen in dit geval, wil ik tot een later hoofdstuk uitstellen.

---

### B. Ziekteverschijnselen aan de onderaardsche plant.

Wanneer men van een tomaat, die de kenteekenen vertoont, in de hier voorafgaande bladzijden beschreven, het wortelstelsel vergelijkt met dat van een normaal exemplaar, dan valt het direct op, dat ook aan de onderaarsche plant afwijkingen voorkomen.

Hier slechts in het kort de uiterlijke abnormaliteiten schetsende, zal ik in een volgend hoofdstuk de oorzaak daarvan behandelen in verband met de ziekteverschijnselen der boven aardsche plant.

Het allereerste wat opvalt als men van een zieke tomaat de wortels onderzoekt, is de buitengewoon zure lucht, die ze verspreiden.

De wortels zelf zijn in plaats van wit min of meer bruin gekleurd. Is de ziekte reeds in een vergevorderd stadium, dan zijn ze zwartachtig en zoo zacht, dat men ze gemakkelijk tusschen de vingers kan plat drukken.

De penwortel heeft zich niet verder ontwikkeld en vertoont aan zijn opperplakte kleine gaatjes, die bij nader onderzoek de litteekens blijken te zijn van uitgevallen zijwortels. De dunne zijwortels zelf vertoonen wel de meest opvallende eigenaardigheden, doordat ze plaatselijke gezwellen hebben in den vorm van knolletjes, die nu eens rolrond, dan weder meer ovaal zijn. Fig. 3 op plaat I vertoont ons een dergelijk wortelstelsel, in fig. 4 zijn de knolletjes een weinig vergroot voorgesteld.

Gewoonlijk hebben deze knolletjes de grootte van een kleine erwt en zijn ontstaan, òf door gelijkmatige opzwelling van den geheelen wortelomtrek te dier plaatse, (in voorkomen lijkt het alsof de wortel zulk een knolletje doorboort), òf de plaatselijke opzwelling is slechts éénzijdig en ziet men het als uitwas tegen den wortel aanliggen.

Bij sterk aangetaste planten komt het voor, dat de wortels over geheele uitgestrektheden gelijkmatig gezwollen zijn. Zelfs heb ik exemplaren gehad, waarvan de omvang der wortels tien maal de oorspronkelijke worteldikte bereikt had en het geheel er uitzag, alsof men met een knolvormige variëteit te doen had.

---

# HOOFDSTUK II.
## INWENDIGE ZIEKTEKENMERKEN.

---

### C. Ziekteverschijnselen aan de boven- en onderaardsche plant.

Tot nu toe heb ik getracht de ziekteverschijnselen te schetsen, die opgemerkt kunnen worden aan het uitwendige der plant; thans gaan we over tot een vluchtige beschouwing van het inwendige der zieke plant.

In overeenstemming met de bedoeling van het eerste gedeelte dezer verhandeling, zal ik mij hier slechts bepalen tot makroskopische beschouwingen.

Snijdt men van een zieke tomaat het ondereinde des stengels of den hoofdwortel dwars door, dan vertoont de doorsnede van den eersten veel overeenkomst met die van den tweeden. Binnen de bastlaag, hetzij stengel-, hetzij wortelbast, zien wij een duidelijk omgrensde donker gekleurde zone, die naar gelang van het plantendeel meer concentrisch of radiair van bouw is. Onmiddellijk na de doorsnijding ziet men op de sneevlakte kleine druppeltjes verschijnen, die langzamerhand in omvang toenemen en juist den geheelen omtrek markeeren van de vooraf waargenomen meer donker gekleurde zone.

Ten laatste vloeien de steeds in omvang toenemende druppels in elkaar en overdekken dan de geheele sneevlakte.

Onderzoekt men den physischen toestand dezer druppels nader, dan blijkt dat zij bestaan uit een slijmerige substantie, die zich tot draden laat uittrekken. Een directe onderdompeling der dwars doorgesneden stengel- of worteldeelen in alcohol van 75 pCt. verhindert het uittreden dezer slijmdruppels niet; ook heeft het nog plaats in alcohol van 90 pCt. hoewel hier reeds in geringer mate, terwijl alcohol absoluut de uittreding verhindert.

Met alcohol van 75 pCt. waaraan 1 pCt. salpeterzuur toegevoegd was, verkreeg ik hetzelfde resultaat als met alcohol absoluut.

Bij een lengtedoorsnede van een stengel (zie plaat I, fig 2) bemerken wij, dat de donker gekleurde zone der dwarsdoorsnede zich hier gemakkelijk laat terugvinden, nl. als donkere evenwijdige lijnen, die zich over groote uitgestrektheden laten volgen. Het merg is zeer duidelijk veranderd; in plaats van de normale gezonde witte kleur heeft het een vlekkig grauw aanzien gekregen, (zie fig. 2, bij a) terwijl zich op verschillende plaatsen daarin openingen vertoonen (zie fig. 2, bij b).

---

# TWEEDE GEDEELTE.

## MIKROSKOPISCHE ONDERZOEKINGEN.

In het voorgaande gedeelte beschreef ik de ziekteverschijnselen, die met het bloote oog of met de loupe gemakkelijk konden waargenomen worden, thans zullen wij met behulp van den mikroskoop meer de bijzonderheden leeren kennen om achter de oorzaak te komen van de ziekte, die ons hier bezig houdt.

Voor dit doel zijn onontbeerlijk mikroskopische praeparaten van die plantendeelen, welke de ziekteverschijnselen vertoonen [stengel en wortel]. Voor een degelijke bestudeering van plantenziekten is het niet alleen gewenscht, maar ook volstrekt noodig, een voldoende kennis te bezitten van de plant zelve, wat haar structuur onder haar normale ontwikkeling betreft, ten einde de veranderingen, door de ziekte veroorzaakt, gemakkelijker te kunnen beoordeelen. Een enkel woord omtrent den anatomischen bouw der tomaat moge hier voorafgaan.

---

### Korte beschrijving omtrent anatomische kenmerken van Lycopersicum esculentum.

Daar de inwendige bouw van den wortel der tomaat niets bijzonders vertoont, dus volkomen hetzelfde is als die van alle andere wortels der phanerogamen, kunnen wij de bespreking daarvan geheel achterwege laten en ons alleen met de bovenaardsche plant bezig houden.

De stengel van Lycopersicum vertoont in zijn anatomischen bouw eenige eigenaardigheden, die wel is waar bijna karakteristiek zijn voor de geheele familie der Solaneae, doch in het algemeene plantenrijk tot zekere hoogte, zeldzaamheden kunnen genoemd worden.

De stengeloppervlakte is bedekt met lange, klierdragende haren, wier basis ingenomen wordt door meer dan één epidermis- en daaronder liggende schorscellen; daarom heeten ze op een zg „buckel" 1) te rusten.

Onder de epidermis vinden we de schors, die tegen de opperhuid aan, sterk collenchymatisch verdikt is. Verder bevinden zich, in het bladweefsel verspreid, bijzondere cellen, die opgevuld zijn met kleine kristalletjes zg. „kristalzand", dat uit kalkoxalaat bestaat en gekristalliseerd is volgens het tetraëdrisch stelsel 2); — ± 0.002 — 0.003 mM. grootte. [zie plaat II, fig. 5].

De bouw van den vaatbundel is zeer afwijkend van dien der meeste planten, doordat wij hier te doen hebben met een zg. „bicollateralen" vaatbundel, d. w. z. dat zich ook aan de binnenzijde van het xyleem een phloeëmbundel bevindt. Hij bestaat dus, uit een xyleem en twee phloeëmbundels, waarvan één naar de as de andere naar de peripherie des stengels gekeerd is. De elementen van het xyleem [het „houtgedeelte" van den vaatbundel] bestaan uit houtvaten, terwijl in het phloeëm [het „bastgedeelte" van den vaatbundel] steeds zeefvaten aanwezig zijn; wat de functies dier afzonderlijke organen betreft, zij opgemerkt, dat het laatstgenoemde hoofdzakelijk voor het vervoer van stikstofhoudende bouwstoffen dient, terwijl het water zich in het xyleem beweegt.

Omtrent de wijze van ontstaan van dezen axialen phloeëmbundel kan ik volgens eigen ondezoekingen 3] mededeelen, dat zulks niet plaats heeft, zooals Gérard beweert in betrekking tot het peripherisch phloëem, doch geheel onafhankelijk in het mergparenchijm, zooals het in 1890 door Lamourette 4) voorgesteld werd.

Een groot physiologisch voordeel wordt door deze bicollaterale rangschikking bereikt, nl. dat het zg. „ringen" van den stengel hier geen verderfelijken invloed heeft, doordat de ringwond

---

1) Schlepegrell. Beiträge zur vergleichende Anatomie der Tubifloren. Botan. Centralblatt, 1892, Bd L, heft 2, no. 1—2, pag. 1—7, 33—38, taf I (zie pag. 4).

2) Arcangeli. Sulla polvere cristallina e sulle druse d'ossalato calcico. Nuov. Giorn. Botan. Ital, Vol. XXIII, no. 3, 1891, p. 489, tav. IX.

3) Lycopersicum esculentum biedt hiervoor zeer geschikt onderzoekingsmateriaal.

4) Annales des Sciences naturelles, 1890, pag. 211.

slechts het peripherisch phloëem wegneemt; de xaiale phloëembundel blijft geheel intakt, zoodat de geleiding van het eiwit niet geheel gestremd wordt. Wat zich binnen den vaatbundelring bevindt, is het merg.

---

## HOOFDSTUK III.

## ZIEKTEVERSCHIJNSELEN AAN DE BOVENAARDSCHE PLANT.

---

Bij een dwarse doorsnijding van een zieken tomatenstengel zijn tevens gecoupeerd de vroeger beschreven adventiefvormingen, die algemeen daaraan voorkomen. Op de plaats waar de knobbeltjes zich bevinden, zijn de haren aan de oppervlakte verdwenen; de plaats waar de adventiefvormingen ontspringen is de pericykel, d. i. de buitenste cellenlaag van den vaatbundel.

De donker gekleurde zone, die bij het makroskopisch onderzoek op een dwarse doorsnede van den stengel reeds opgemerkt werd, blijkt thans de juiste plaats van den vaatbundelring te zijn. De donkere kleur wordt veroorzaakt, doordat de wanden der vaten en ook die van het direct daaraan grenzend parenchijm, een min of meer bruine kleur aangenomen hebben; verder vertoonen de lumina der houtvaten een gedeeltelijke of totale opvulling.

De intensiteit van beide hierboven genoemde omstandigheden brengt den kleurindruk teweeg der donker gekleurde zone bij makroskopisch onderzoek. Die intensiteit is afhankelijk van den graad der ziekte d. w. z. in hoe verder gevorderd stadium zich de ziekte bevindt, des te donkerder zijn de wanden gekleurd en des te sterker is de opvulling van de lumina der vaten.

De gaten, die wij in het merg zagen optreden, zijn het gevolg van een verscheuring van het mergweefsel, veroorzaakt door het verdrogen zijner cellen daarvan. De overblijfselen van zulk opgedroogd merg vindt men terug aan den binnenkant van den vaatbundelring. Is de ziekte in een zeer ver gevorderd stadium dan is het geheele merg verdwenen en wordt de daardoor ontstane stengelholte direct door het axiale xyleem begrensd.

Verder is het een opmerkelijk verschijnsel, dat bij zieke tomaten veel meer cellen met kristalzand in de schors voorkomen dan zulks bij gezonde planten het geval is. Was de schikking dezer cellen in normale gevallen slechts sober, bij zieke stengels ziet men ze zoowel in aantal als in grootte toenemen, en meer het karakter van kristalzandbuizen aannemen, (zie plaat II. fig. 1, bij b.)

Een nadere bespreking, op welke wijze een correlatie bestaan kan tusschen de ziekteoorzaak eenerzijdsch, met deze kalkoxalaatvermeerdering anderzijdsch, blijft tot een volgend hoofdstuk rusten, waarin het physiologisch karakter der ziekte zal behandeld worden.

Laten wij thans wat uitvoeriger terug komen op de oorzaak van het bruin worden der vaatwanden en nagaan van welken aard de inhoud der houtvaten is.

De functie der houtvaten bestaat hierin, dat ze het water met de daarin opgeloste voedingszouten, door de wortels opgenomen, naar de verschillende deelen der bovenaardsche plant overbrengen, zoodat er natuurlijk in normale gevallen van geen anderen inhoud dezer vaten sprake kan zijn. Elke andere inhoud zou het geregeld opstijgen van den sapstroom belemmeren of vertragen.

De omstandigheid, dat wij hier bij zieke stengels de vaten opgevuld zien met een vreemden inhoud, geeft een gereede aanleiding tot het vermoeden, dat hier wellicht de plaats is, waar het ziekteproces voor onderzoek bloot ligt.

Observeeren wij dezen inhoud, die zooals reeds de makroskopische waarneming ons toonde, een slijmachtige consistentie heeft, onder den mikroskoop met een matige vergrooting, dan blijkt, dat hij bestaat uit een korrelige geelbruine substantie; bij sterke vergrooting bespeuren we beweging in die korreltjes Het vermoeden is derhalve gewettigd, dat men in die korreltjes bacteriën heeft te zien, welke in een slijmachtig medium liggen; en inderdaad is dit het geval.

De aanwezigheid dezer bacteriën oefent een hoogst schadelijken invloed uit op het leven der plant. Voornamelijk is de

bruinkleuring der vaatwanden een gevolg van de inwerking der bacteriën, volgens. SMITH 1) bestaat deze bruine kleur uit kalk- en ijzerverbindingen, terwijl in een later stadium de houtstof der wanden door hen geresorbeerd wordt, waarvan het gevolg is, dat er gaten in de vaten ontstaan. Door die gaten ontstaan nu blaasvormige opzwellingen van omringende houtparenchijmcellen, die vrij in het lumen der vaten uitsteken.

Deze blazen dragen den naam van „thyllen" (zie plaat II, fig 2).

Deze thyllenvorming kan hier somtijds zoo aanzienlijk worden, dat het inwendige der vaten op sommige plaatsen daardoor geheel gevuld raakt, zonder dat de minste opening overblijft (zie plaat II, fig 3). Het komt dan tot een volledige, plaatselijke afsluiting.

De opvulling kan ook uitsluitend uit bacteriën bestaan, die de vaten geheel verstoppen of alleen de vaatwanden met een dunnere of dikkere laag bedekken (zie fig 2). Ook de thyllen zijn altijd met bacteriën gevuld.

---

1) SMITH On the nature of certain pigments, produced bij fungi and bacteria.

## D. Algemeene aanteekeningen omtrent deze bacterieuse Tomatenziekte.

Verscheidenen, die zich, voor mij, ernstig met deze ziekteverschijnselen der tomaat bezighielden, vestigden reeds vroeger de aandacht op het bestaan van bacteriën. Onder dezen was Comes 1) in 1882 de eerste, die deze ziekte in den grooten vergaarbak toevoegde, welke onder den naam van „gummosis" onder de plantenziekten bekend is. Comes identificeerde deze ziekte met het zg '„mal nero", dat hij voor vele en meest verschillende planten beschreef (Vijgen, Olijven, Wijnstok, enz.) en waarvan de, door hem ontdekte Bacillus gymmosis de oorzaak zou zijn.

In 1891 en 1892 verschenen achtereenvolgens eenige kleine opstellen over dit onderwerp van Dr. Byron D. Halsted 2), die de ziekte toeschreef aan de aanwezigheid van Bacillus tracheiphilus, hetzelfde micro-organisme dat volgens zijn eigen onderzoekingen de oorzaak der bacterie-ziekte bij komkommers en meloenen is 3).

Als Bulletin No. 21 van het Florida Agricultural Experiment Station 4) verscheen in 1893 een kleine verhandeling over to-

---

1) Comes Il mal nero della vite, Portici, 1882.
Idem, Primi resultati degli experimenti fatti per la cura della Gommosi o mal nero della vite. Portici 1882
Idem. Sul pretesco tannino scoperto nelle viti affetti da mal nero.

2) Byron D. Halsted. An investigation of tomato blight a blight of potatoes, bacterial melon blight.
New-Jersey Agric. Exp. Stat, 12the Ann. Report, and
New-Jersey Agric Coll. Exp. Stat, 4the Ann. Report, 1891, p. 267 — 276.
Idem, The Southern tomato blight, Miss. Agric. and
Mech. Coll. Exp, Stat, 1892, Bull. No. 12.
Idem, Southern tomato blight at the North,
Garden and Forest, 1892, Aug. 10, pag. 379.

3) Byron D. Halsted. Notes upon bacteria of cucurbits, Procced. Am. Assn. Adv. Sci. 1891, Vol XL, p. 315.
Idem, Bateria of the melons, Botan. Gazette, 1891, p. 303.
Idem, The fungous diseases of the muskmelon.
New-Jersey Agric. Coll. Exp. Stat, Botan. Dept. Rep., 1893. — ibid pag 426

4) P. H. Rolfs. The tomato and some of its diseases, Florida Exp. Stat., Biol. Dept. 1893, Oct, Bull. No. 21.

matenziekten waarin echter niets nieuws voorkomt; terwijl HENRY TRYON 1) in het daarop volgende jaar een bacterieuse tomatenziekte uit Queensland vermeldt, die volgens hem veroorzaakt wordt door Bacillus vascularum solani, doch aan dat bericht is niet de minste beschrijving van deze bacillus toegevoegd.

De eerste meer zorgvuldige behandeling dezer ziekte werd in het jaar 1896 verricht door Dr. ERWIN F. SMITH, assistant Pathologist of the U. S. Department of Agriculture, waarvan de resultaten werden gepubliceerd in Bulletin no. 12, of the Division of vegetable Physiology and Pathology. 2)

SMITH toont door infectieproeven met reincultures aan, dat de meening van HALSTED onjuist is en Bacillus tracheiphilus onmogelijk als de oorzaak dezer tomatenziekte aangenomen mag worden.

Hij nam een lange reeks van proeven, waarbij gezonde tomatenplanten geïnfecteerd werden met reincultures van Bac. tracheiphilus, welke besmetting altijd zonder gevolg bleef. Evenmin leidde het aanwenden van infectieproeven met reincultures der tomatenbacterie, op komkommers en meloenen toegepast, tot eenig resultaat. Deze proeven op de tomaat zelf genomen, riep de bekende ziekteverschijnselen te voorschijnt.

Het is daarom zeer verklaarbaar, dat deze geleerde op pag. 6 van zijn verhandeling schrijft:

„It is impossible, therefore, to come to any other conclusion, „than that the cucumber and muskmelon disease described by „Dr. HALSTED is entirely different from that investigated by the „writer and shown to be due to Bacillus tracheiphilus." 3)

Hij vervolgt dan: „This bacillus appears to be unlike any „organism hitherto described, and in view of its predilection

---

1) H. TRYON. Annual Report Queensland Department Agriculture, 1893 — 94, Brisbane 1894, p. 2 — 4.
idem, Ann. Rept. Queensland, Dept. Agr. 1894 — 95 Brisbane 1895, pag 14.

2) ERWIN F. SMITH, A. bacterial disease of the tomato, eggplant and irish potato (Bacillus solanacearum, n. sp.) U. S. Dept. of Agr. Div. of Veget. Phys. and Pathol; Bull. no 12, 25 pag., 2 pl., '896.

3) l. c. pag. 6.

„for members of various genera of the family Solanaceae, the „writer suggests for it the name Bacillus solanacearum." 1)

De bacterie, door mij als bewerkster der bewuste tomatenziekte gevonden, komt in alle mogelijke bijzonderheden overeen met *Bac. solanacearum* Smith, zoodat ik deze beide voor identisch houd.

---

1) l. c. pag. 10.

E. Bacillus solanacearum. Smith.

Bacillus van middelmatige grootte, met afgeronde einden, dikwijls tot twee vereenigd, een weinig ingesnoerd, elliptisch, verschillend van lengte, gewoonlijk $1\frac{1}{2}$ — 3 maal zoo lang als breed, $1\frac{1}{2}$ mikron lang, 0.5 mikron breed, doch naar gelang van den ouderdom der culturen en van andere omstandigheden zeer afwisselend.

Met meerdere ciliën, geen sporenvorming.

In gelatine plaatcultures zijn de ingesloten kolonies kogelrond, geel of bruinachtig; bij zwakke vergrooting korrelig met duidelijke randen. Na eenige dagen vertoont zich een smalle helle zone om den rand van vele kolonies, alsof een vervloeiing begonnen was. De ingesloten kolonies blijken klein, die aan de oppervlakte zijn rond, dun geheel wit en glanzig. Zij breiden zich niet snel over de gelatine uit en maken deze ook niet vloeibaar. In streepcultures ontwikkelt ze zich verschillend, denkelijk tengevolge van geringe verschillen in de samenstelling van den voedingsbodem. De kleur is wit, glad, glanzend en er stralen van haar talrijke verlengsels uit in de gelatine.

In steekcultures groeit ze het best in het bovengedeelte van den steek. Gelatine wordt niet vloeibaar gemaakt, gasvorming heeft evenmin plaats. In agarplaten zijn de ingesloten kolonies onregelmatig rond met ongelijken en korreligen zoom; onder den mikroskoop zijn ze bruin of geelachtig bruin.

Na eenige weken wordt de geheele agar bruin. De aan de oppervlakte voorkomende kolonies zijn vuil wit van kleur, glad en glazend, groeien langzaam en breiden zich niet ver uit.

Op scheeve agar ontstaan gladde glanzende kolonies, die eerst wit of vuil wit, later geel of bruingeel en eindelijk geheel bruin van kleur zijn. Meestal wordt de agar dan ook eenigszins bruin van kleur.

In agar steekcultures is de steek in het bovengedeelte goed ontwikkeld met talrijke korte korrelige verlengsels in de agar.

Op aardappelen ontwikkelt ze zich eerst wit of vuil wit, later wordt ze bruin en is eindelijk bruinzwart of geheel zwart.

In bouillon is de ontwikkeling bij 20 — 30° Celsius weelderig; in de bovenste lagen wordt de bouillon troebel.

Melk wordt zeepachtig, sterk alcalisch, de caseïne slaat niet neer. 1)

---

1) MIGULA. System der Bakterien, 1900. Bd. II, pag. 775 — 776.

## F. Verspreiding van soortgelijke ziekte, onder de familie der Solaneae, veroorzaakt door Bac. Solanacearum Smith.

De bedoeling van Smith, toen hij de door hem ontdekte bacterie den naam gaf, dien zij thans draagt, was, zooals ik vroeger reeds terloops mededeelde, om daarmede tegelijk het veelvuldig optreden dezer bacterie bij ziekten ook onder andere vertegenwoordigers der Solaneae te doen uitkomen. Smith vermeldt het optreden bij de tomaat—Lycopersicum esculentum—, bij den aardappel—Solanum tuberosum—, bij de eierplant—Solanum melongena—, verder bij de jodenkers—Physalis—(Ph. crassifolia, Ph. philadelphica) en bij de petunie—Petunia (P. nyctaginiflora, P. violaceae), terwijl hij deze ziekte door kunstmatige infectie kon teweeg brengen bij den doornappel—Datura stramonium-en bij de zwarte nachtschade—Solanum nigrum. -- 1)

Op pag. 20 zijner reeds meermalen geciteerde verhandeling, vermeldt Smith een viertal planten, die volgens zijn ondervinding weerstand boden aan de ziekteverwekking der Bacillus solanacearum, zelfs al werden die planten kunstmatig daarmede geïnfecteerd. Deze planten zijn: Nicotiana tabacum, Capsicum annuum, Solanum muricatum en Solanum carolinense, terwijl het eveneens niet gelukte bij Pyrus communis, Pelargonium zonale en Cucumis sativus.

Eene zoo categorische uitlating van hem, die voor het eerst de ziekteoorzaak in quaestie en hare uitwerking nauwkeurig onderzocht en beschreef, maant tot groote voorzichtigheid waar men tot afwijkende resultaten schijnt te geraken. Toch geloof ik gerechtigd te zijn tot de mededeeling, zij het ook terloops, dat ik bij Nicotiana tabacum en Capsicum annuum

1) l. c. pag. 20.

bij herhaling gemeend heb geheel dezelfde ziekteverschijnselen als bij de zieke tomaten te moeten constateeren.

Hoewel het natuurlijk niet in de bedoeling kan liggen incidenteel, op détails ter zake in te gaan zoo moge toch kortelijk worden vermeld, dat infectieproeven met materiaal uit de cultures van Bacillus solanacearum tijdens mijn tomatenonderzoek op tabak gedaan, mij het denkbeeld gaven, dat de zg „slijmziekte" dezer plant mede tot de symptomen door onzen bacillus veroorzaakt te rekenen zoude zijn. Mocht deze meening door een uitsluitend tot dat doel ondernomen onderzoek bevestiging vinden dan zoude een bezwaar voortkomende uit het verschil in afmetingen van de microbe der slijmziekte door Dr. van Breda de Haan beschreven en van Bacillus solanacearum wellicht gemakkelijk uit den weg genomen kunnen worden.

---

## HOOFDSTUK IV.

## ZIEKTEVERSCHIJNSELEN AAN DE ONDERAARDSCHE PLANT.

In hoofdstuk II 1) zagen wij, dat het makroskopisch onderzoek eener dwarse doorsnede van een hoofdwortel gedeeltelijk hetzelfde verschijnsel vertoont, als een dergelijke snede door de bovenaardsche plant, nl. dat hier ook leverkleurige druppels op de sneevlakte verschijnen. Bij miskroskopisch onderzoek blijkt, dat hier volkomen hetzelfde te constateeren valt, als wat in den stengel gevonden is, nl. de bewuste bacteriën (*Bac. Solanacearum* Smith). Het is dus geheel overbodig nogmaals hieromtrent in bijzonderheden te treden; ik verwijs daarvoor naar een voorgaand hoofdstuk.

Van veel meer belang is het te trachten de oorzaak te vinden, welke tot de reeds vroeger meegedeelde, hoogst abnormale vormverandering der wortels zelven leidt.

Een dwarse doorsnede, juist door zulk een wortelknolletje, laat ons zien, dat de normale anatomische bouw van den wortel daar ter plaatse op verschillende wijzen ingrijpend gestoord is.

De ligging van het phloeëm en het xyleem is erg onregelmatig, dikwijls onvolkomen ontwikkeld of uit het onderling verband gedrongen. Op een overlangsche doorsnede van zoo'n wortelknolletje (zie plaat II, fig. 4), ziet men, dat de vaatbundel soms afgebroken wordt, door holten afgewisseld (zie fig. 4, bij b), terwijl het abnormale knollenweefel uit een parenchijm van dunwandige cellen bestaat.

Al deze veranderingen worden nu teweeggebracht door een dierlijke parasiet. Deze parasiet behoort tot de familie der

---

1) pag. 16 en 17

Wormen en wel tot de zg. Anguillulidae; hij draagt den geslachtsnaam Heterodera.

De groote holten zijn niet anders dan de plaatsen, waar de parasiet zich genesteld heeft; de geheele ruimte wordt ingenomen door het opgeblazen lichaam van het bevruchte vrouwelijke dier; in dezelfde fig bij e ligt een mannelijke Heterodera.

In 1889 constateerde Soltwedel 1) voor het eerst de aanwezigheid van Heterodera op Java en spoedig daarna werd de zg. aaltjesziekte bij meer cultuurgewassen gevonden en beschreven.

Zoo vond Treub 2) een Heterodera nl. H. javanica bij het suikerriet, Zimmermann 3) maakte ernstige studies omtrent de Nematoden der koffiewortels, die door meer geslachten der Anguillulidae, maar voornamelijk Tylenchus (T. coffea) vertegenwoordigd worden; ook vond Zimmermmann 4) de theewortels aangetast (Tylenchus acutocaudatus), terwijl kort geleden v. Breda de Haan 5) over het tabaksaaltje — Heterodera radicicola — een brochure schreef.

Een geheele opsomming van planten en kruiden zou hieraan nog zijn toe te voegen, waarbij aaltjesziekte eveneens voorkomt; doch zulks is hier overbodig.

De parasiet, die ons in het bijzonder belang inboezemt, aangezien deze wortelgezwellen bij de tomaten doet ontstaan, is volgens mijn onderzoekingen identisch met het tabaksaaltje 6) en heet Heterodera radicicola (Greef) Mueller.

Een nadere beschrijving van Het. radicicola zelve, wensch ik hier niet te geven; en verwijs liever naar de uitgebreide litteratuur dienaangaande.

1) Tijdschrift v. Land- en Tuinb en Boschcult. in Ned. Oost-Indië. 1890, p. 147.

2) Treub. Onderzoekingen over Sereh-ziek suikerriet. Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin 1885, no. II.

3) Zimmermann. De Nematoden der koffiewortels. Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin, 1898, no. XXVII. Deel I; idem 1900, no. XXXVII.

4) Zimmermann. l.c. no. XXXVII, pag. 8.

5) v. Breda de Haan Levensgeschiedenis en bestrijding van het tabaksaaltje (Heterodera radicicola) in Deli Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin, 1899, no. XXXV.

6) v. Breda de Haan kwam later door kunstmatige wederkeerige infectieproeven tot hetzelfde resultaat, zie Jaarverslag 's Lands Plantentuin over 1899, pag. 74.

De geheele familie der Solaneae is bijzonder lang verschoond gebleven van de aaltjesziekte in het algemeen. FRANK 1) gaf in 1885 een lijst van alle planten, waarbij toenmaals het optreden van Heterodera geconstateerd was; daarin komt nog geen enkel Solaneae geslacht voor. Korten tijd daarna deed de aaltjesziekte ook bij deze plantenfamilie haar intrede; doch het geslacht Lycopersicum bleef daarvan verschoond tot het jaar 1894, toen VUILLEMIN en LEGRAIN 2) voor het eerst in de Sahara Heterodera in de wortels van de tomaat ontdekten.

Dadelijk daarop werd deze waarneming bevestigd door CAVARA 3), die in Oct. van het jaar 1895 hetzelfde vond bij eenige tomaten in den botanischen tuin te Pavia. Later werd het algemeen optreden van Heterodera radicicola bij deze plant ook uit Amerika door verschillende onderzoekers (ROLFS, BRITTON, EARLE, e. a.) vermeld, waardoor somtijds belangrijke schade in de tomatenkweekerijen aangericht wordt.

Hier in Indië is het eveneens geen zeldzaamheid, dat de tomaat aangetast wordt, niet alleen in Buitenzorg en de geheele Preanger, maar ook in Midden- en Oost Java komt deze plaag voor. Ook mocht ik mij persoonlijk ervan overtuigen, dat ze op de Oostkust van Sumatra — in Deli — ook optreedt.

In hoeverre de aanwezigheid van deze wortelparasiet in verband staat met de hier te behandelen tomatenziekte, wil ik in een volgend hoofdstuk bespreken; alleen zij mij vergund vooraf een geheel nieuwe opvatting te vermelden, omtrent den invloed van Heterodera op de plant in het algemeen.

Hierboven werd reeds bericht, dat VUILLEMIN en LEGRAIN voor het eerst Heterodera voor tomatenwortels beschreven hebben en wel voor planten uit de Sahara. De schrijvers kwamen daarbij tot de, van andere meening afwijkende opvatting, dat, althans

---

1) FRANK. Ueber das Wurzelälchen und die durch dasselbe verursachten Beschädigungen der Pflanze. Arb. d. Königl. Landw. Hochsch. in Berlin, Landw. Jahrbücher, 1885, Bd. XIV, pag. 149—176, taf. III.

2) VUILLEMIN et LEGRAIN. Symbiose de l'Heterodera radicicola avec les plantes cultivées au Sahara. Comptes Rendus de l'Acad. d. sciences, 1894. tom 118, pag. 549—551.

3) CAVARA. Ueber die von Het. radicicola verursachten Wurzelknollen an Tomaten. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh, 1895, Bd. V. pag. 66-68, taf. II.

in het gegeven geval, Heterodera niet alleen geen schade zou veroorzaken doch zelfs nuttig en voordeelig voor de plant zijn. De groote veelkernige cellen — de zoogenaamde „reuzencellen", die in de wortels onder den invloed van den door Heterodera uitgeoefenden prikkel ontstaan, functionneeren volgens VUILLEMIN en LEGRAIN als reservoirs van water, hetgeen aan de andere weefselelementen der plant op de droge woestijngroeiplaatsen ten goede komt.

Zonder het verwijt te verdienen van mijn eigen thema te verlaten, mag zeker wel de opmerking hier een plaats vinden, dat in een zoo buitengemeen regenrijke streek als het Buitenzorgsche, de „reuzencellen" in de door Heterodera aangetaste tomatenwortels zich geheel op dezelfde wijze voordoen als die der geïnfecteerde planten in de Sahara.

Het wil mij derhalve voorkomen, dat men het voorzichtigst doet, door als het meest waarschijnlijke aan te nemen, dat het optreden der reuzencellen in verband staat met een prikkel bij het voedingsproces der Heterodera op de omliggende cellen uitgeoefend, en voorloopig in het midden te laten welk (eventueel) voor- of nadeel die cellen voor de Heteroderawortels kunnen hebben.

---

1) De gemiddelde regenval over de laatste 19 jaren is voor Buitenzorg op 4359 mM. per jaar berekend, (zie Regeerings Almanak voor Ned.-Indië, 1899, 1e gedeelte, pag. 15) In de laatste 5 jaren bedroeg het aantal regendagen in Buitenzorg gemiddeld 222 per jaar.

# DERDE GEDEELTE.

## PHYSIOLOGISCHE ONDERZOEKINGEN

---

## HOOFDSTUK V.

### DE WIJZE, WAAROP BACILLUS SOLANACEARUM EN HETERODERA RADICICOLA IN DE INWENDIGE PLANT GERAKEN.

Op de voorgaande pagina's werd in verschillende plantendeelen de aanwezigheid van vreemde organismen geconstateerd, die in de normale plant geheel ontbreken, zoodat er groote waarschijnlijkheid bestaat, dat de vroeger beschreven ziekteverschijnselen in rechtstreeksch verband staat met het optreden der parasieten.

Om ons daarvan behoorlijk te overtuigen, is het in de eerste plaats noodig na te gaan, op welke wijze die ongenoode gasten de gezonde plant binnengedrongen zijn, terwijl het verder een voorname aangelegenheid is, te weten, of beide organismen gelijktijdig optreden, dan of het eene, en dan welk, voorbereidend voor het andere optreedt.

De eerst gestelde vraag, wat het binnendringen van Heterodera radicicola betreft, is niet moeielijk te beantwoorden. Het aaltje toch dringt in larventoestand de jongste worteltoppen binnen, en baant zich een weg tusschen de cellen door, (zonder deze eenig letsel te doen), naar het centrale gedeelte van den wortel. Hier komt het tot rust en ontwikkelt zich tot volwassen mannelijk of vrouwelijk individu. Tijdens dit stadium is het begin van galvorming aanstonds waarneembaar.

Niet zoo gemakkelijk is de beantwoording, op welke wijze Bacillus solanacearum in het inwendige der plant geraakt.

Eer ik daartoe overga, is het noodig eerst eenige algemeene beschouwingen, die daarop betrekking hebben, te laten voorafgaan.

---

## G. Algemeene beschouwingen over plantenziekten.

Er heerscht heden ten dage een belangrijk verschil van opinie in de wetenschappelijke wereld op het punt van plantenziekten. Dit meenigsverschil houdt met het onderwerp dezer verhandeling genoegzaam verband om het niet onvermeld te laten; te meer nog daar deze bacterieuse tomatenziekte indirect het hare tot de ontstane polemiek heeft bijgedragen.

Volgens de eene zienswijze (voorgestaan door A. Fischer 1) kunnen bacteriën, primo, nimmer bij geheel gezonde en nergens verwonde planten als ziekteoorzaken optreden. Voorts neemt Fischer verder aan, dat zelfs wonden in het plantaardig organisme wel tot een oppervlakkige woekering van bacteriën aanleiding kunnen geven doch niet de punten van uitgang vormen van werkelijk door deze microben veroorzaakte verdere ziekteverschijnselen. De in zieke planten aangetroffen bacteriën zouden dus steeds een strikt secundair karakter hebben; zij zouden zooals Fischer het uitdrukt, te beschouwen zijn als een soort van verontreiniging en niet als zelf voorwaarts dringend en attakeerende parasieten.

De andere opvatting, als wier woordvoerder voornamelijk E. F. Smith 2) is opgetreden, ziet in de eerste plaats ook bij planten

1) Fischer A. Vorlesungen über Bakterien. Jena 1897.

Idem Die Bakterienkrankheiten der Pflanzen, [Antwort an Herrn Dr. Erwin F. Smith] Centralblatt f. Bacteriologie, u. s. w , IIo Abth, 1899, Pd V, pag. 279—287.

2) Smith. Erwin F. Are there bacterial diseases of plants [A. Consideration of some statements in Dr. A. Fischer's Vorlesungen über Bakterien], Centralblatt f. Bacteriologie u. s. w. IIo Abth. 1899, Bd. V. pag. 271—278.

Smith. Erwin, F. Dr. Alfred Fischer is the rôle of Pathologist. Centralblatt f. Bacteriologie, u. s. w. IIo Abth, 1899, Bd. V, pag. 817.

Idem, Entgegnung auf Alfred Fischer's »Antwort" in betreff der Existenz von durch Bakterien verursachten Pflanzenkrankheiten. Centralblatt für Bacteriologie, u. s. w. 1901, IIo Abth., Bd. VII, No. 3, 4 en 5.

in de bacteriën miscroscopische organismen, die wel degelijk als onbetwistbare ziekteoorzaken kunnen optreden. Hij gaat weder zoo ver van, secundo, aan te nemen, dat het binnendringen van de bacteriën in de plant niet alleen in wonden geschiedt doch evenzeer op ongerepte plaatsen als waterporiën en nectariën.

Voor zooverre het punt in quaestie ons onderwerp raakt, waren de te nemen proeven, tot wier bespreking thans wordt overgegaan, als van zelve aangegeven.

---

## H. Proeven omtrent de actieve aantasting door Bacillus solanacearum.

Om alle zekerheid te verkrijgen, omtrent de activiteit van Bacillus solanacearum bij het aandoen der planten, waarvan de bewuste tomatenziekte het gevolg zou zijn, heb ik de meest mogelijke zorg gedragen bij mijn proeven 1), zoodat ik durf aannemen door de uitkomsten een vaste meening over dit vraagstuk verkregen te hebben.

Mijne eerste vier waarnemingen bestaan uit twee paar parallelproeven waarvan telkens één water- en een aardecultuur tegelijk gedaan, tegenover elkander staan. In het eerste geval liet ik de zaden op nat filtreerpapier kiemen en bracht ze daarna in waterige voedingsbodems, in het tweede geval waren het gewone potcultures, waarbij vooraf gesteriliseerde aarde gebruikt werd. De watercultures brachten gewoonlijk zwakke planten voort, die bijzonder vroeg in bloei schoten, maar nimmer vruchten droegen; de ontwikkeling was echter normaal. De aardcultures waren steeds zeer goed.

Proef Iw. Watercultuur; water kunstmatig geïnfecteerd met Bac. solanacearum uit reincultures.

De jonge plant ontwikkelde zich uitstekend, het wortelstelsel was hier volmaakt gelijk aan dat eener contrôle waterproef zonder bacteriën. Uitwendig was het geheel onbeschadigd en inwendig konden nergens bacteriën aangetoond worden.

Proef Ia. Aardecultuur. Nadat het jonge plantje flink in groei was werd het iederen dag begoten met water, kunstmatig geïnfecteerd met Bac. solanacearum uit reincultures.

1) Meermalen werden mijne proeven ter controleering herhaald.

De verdere ontwikkeling ging zonder eenige stoornis voort; bij nader onderzoek lieten zich evenmin storingen — noch uit-noch inwendige aanwijzen als in Proef Iw.

Proef IIw. Watercultuur als in Proef Iw.

Vooraf had ik echter het wortelstelsel moedwillig beschadigd, door er gaatjes in te prikken met een naald en door jonge worteltjes aan het ondereinde een weinig uit te pluizen, zoodat het een kwastje geleek. Na één week onderzocht ik eenige plantjes en vond een duidelijke inwendige infectie, die zich voornamelijk in den vaatbundel vertoonde.

Bij één plantje kon ik toen in de bladsteelvaatbundel van het op twee na jongste blad, Bac. solanacearum aantoonen. De geheele stengelvaatbundel bleek duidelijk de bacteriën te bevatten, zonder dat nog een enkel pathologisch verschijnsel waar te nemen was.

Bij later onderzochte planten vertoonden zich smalle plaatselijke vastzettingen der bacteriën tegen de vaatwanden; deze begonnen reeds een lichtbruine kleur aan te nemen; thyllenvorming kwam nog niet voor. De hoeveelheid der bacteriën in het inwendige was hier erg toegenomen, het was mogelijk zelfs in de jongste blaadjes de aanwezigheid van Bac. sol. aan te toonen.

Proef IIa. Aardecultuur als in Proef Ia.

De moedwillige beschadiging aan het wortelstelsel werd op dezelfde wijze uitgevoerd als in proef IIw. Dadelijk na deze voorbereiding begon ik de begieting met water, kunstmatig geïnfecteerd met Bac. solanacearum uit reincultures.

Nadat ik dat elf dagen volgehouden had, stierven verscheidene planten onder dezelfde uitwendige ziekteteekenen, als in hoofdstuk IA vermeld. Op deze

planten paste ik nu dezelfde proeven toe als die op pag. 5—8 voor de A. groepen genomen zijn; de resultaten waren hier volmaakt dezelfde. 1)

Bij mikroskopisch onderzoek bleken hier in alle opzichten dezelfde inwendige ziekteverschijnselen te bestaan, als in Hoofdstuk III beschreven.

Proef III. In verschillende bekerglazen met water, geïnfecteerd met Bac. solanacearum uit reincultures, dompelde ik gedurende eenige dagen een aantal bladeren van een paar tomatenplanten; doch beschadigde of verwijderde die bladeren van de resp. planten niet. Het doel van deze proef was, na te gaan of misschien infectie mogelijk was door de waterporiën, die het tomatenblad ook bezit.

Na 3 dagen onderzocht ik de bladeren. Van een infectie was toen in het geheel geen sprake. Wel vond ik tamelijk algemeen Bac. solanacearum in de groote intercellulaire ruimten onder de waterporiën, doch in de daarmede correspondeerende watervaten nooit.

Proef IV. Deze proef werd op dezelfde wijze als de voorgaande genomen; alleen kneusde ik verschillende blaadjes en bladstelen en maakte op willekeurige plaatsen insnijdingen. Na 5 dagen was in meerdere gevallen een duidelijke infectie te constateeren; ik vond zelfs in de stengels bacteriën, die van de wondplaatsen af in de vaten van den bladsteel konden nagespoord worden. Eén exemplaar vertoonde reeds het begin van adventieve wortelvorming aan den stengel.

Proef V. Van eenige planten werden kleine blad- en stengelgedeelten met Bac. solanacearum uit reincultures

1) Daar deze resultaten zoo geheel overeenstemden met de vorige, vond ik het overbodig ze hier nogmaals in bijzonderheden te vermelden. — Zie dus hierover pag 5—8.

besmeerd, zonder in het minst die plantendeelen te beschadigen. Deze proefplanten stelde ik onder groote stolpen met water, zoodat er steeds een vochtige atmospheer heerschte, opdat de bacteriën niet zouden sterven.

Infectie bleef geheel uit; bij het onderzoeken (na 8 dagen) van den stengel en de bladeren bleken de besmeerde plaatsen geheel onbeschadigd.

De bacteriën waren toen nog volkomen levend, zoodat het haar onvermogen niet te wijten is.

De conclusie uit de gedane proeven. kan, zuiver objectief bezien, geen andere zijn dan de volgende: onbeschadigde tomatenplanten kunnen door Bacillus solanacearum niet worden aangetast; ook normale openingen als waterporien voeren bij haar tot geen infectie. Zoodra in een wond de bacillus tot de tomatenplant toegang verkrijgt treedt echter de microbe als parasitiare ziekteoorzaak op. Uit de proeven valt niet af te leiden, dat tot dit laatste nog verdere bijzondere omstandigheden of gunstige gelegenheden noodig zouden zijn. Zij pleiten derhalve wel voor de juistheid der eerste maar niet voor die der tweede van Fischer's stellingen.

---

## HOOFDSTUK VI.

## OORZAAK DEZER TOMATENZIEKTE.

Een noodzakelijk gevolg der metatrophe natuur van Bacillus solanacearum is, dat deze bacterie niet de primaire oorzaak der hier te beschrijven tomatenziekte kan zijn, doch eerst secundair optreedt en daarmede het ziekteproces verergert.

Als primaire oorzaak moeten dus andere omstandigheden tegenwoordig zijn en na nauwkeurig onderzoek ben ik geslaagd er meer dan één als zoodanig op te sporen.

Smith's meening omtrent de meest voorkomende wijze van infectie bij deze ziekte is, dat zulks bewerkstelligd wordt door den Coloradokever — Daryphora decemlineata —, omdat hij zich zoowel met zieke als gezonde bladeren voedt en op deze wijze de infectie van de eene op de andere plant kan overbrengen. Hij staaft deze opvatting door eenige proeven. (l. c. pag 22).

Volgens de door mij verkregen resultaten, is de primaire oorzaak dezer ziekte enkel en alleen aan verwondingen toe te schrijven. Die verwondingen kunnen wel voorkomen aan verschillende deelen der plant, doch zijn meerendeels aan de onderaardsche plant te vinden. De aanleidingen kunnen o.a. zijn:

I. Slechte kultuurmethode.
II. Klimatologische invloeden.
III. Chemische en physicalische bodemomstandigheden.
IV. Parasitaire storingen.

De drie eerstgenoemde oorzaken wensch ik gezamelijk kort te behandelen, daar die gereedelijk verklaarbaar zijn, hoewel haar invloed tot verwonding niet voor dien der parasitaire storingen onderdoet.

In de eerste plaats is het van het hoogste gewicht, dat bij het uitplanten der kiemplantjes de grootste zorg besteed wordt

om het teere wortelstelsel zoo weinig mogelijk te kwetsen. Ieder wondje, hoe klein ook, kan de gelegenheid openstellen voor de bacterie, die zich in den grond ophoudt, om toegang tot de inwendige plant te verkrijgen.

Een tweede vereischte is, bij het uitplanten goed acht te geven dat de penwortel niet gekromd of gebogen in het plantgat geplaatst wordt; tevens, dat de aarde rondom het jonge plantje niet te vast aangedrukt wordt, met het doel ze steviger in den grond te bevestigen; daardoor kan de wortel naderhand ook heel gemakkelijk misvormd worden. Bij dergelijke geforceerde krommingen ontstaan gemakkelijk barsten aan de convexe zijde der buiging en is aldus de toegang tot het inwendige der plant onbelemmerd. Als bewijs, dat de wijze van uitplanten der jonge plantjes een der voornaamste factoren is voor een geslaagden oogst, moge hieruit blijken, dat door de Amerikaansche tomatenplanters een speciale machine 1) gebruikt wordt, om deze bewerking vlug en met de minste kans op beschadiging uit te voeren.

De oorzaak van verkromming der wortels bij het uitplanten is te wijten, òf aan den persoon, die uitplant, òf aan den toestand van den grond. Geschiedt het uitplanten door onbevoegden of wordt het aan ongeschikte handen toevertrouwd, dan zou het een wonder mogen heeten, indien schade uitbleef. Een aardig geval uit mijn ervaring moge — niet ter illustratie — doch als kenschetsend gereleveerd worden. 2)

1) P. H. Rolfs. The Tomato and some of its Diseases. Florida Agr. Exp Stat; 1893, Bulletin no 21. De op pag. 15 afgebeelde machine is de New-Bemis, vervaardigd door Stottard Manufacturing Company, Dayton. (Ohio) Prof. B. F. Moodie, President of the Florida Tobacco Growers Association and President of the National Leaf Association, of Lake City (Florida), is staatsagent voor dit werktuig.

2) In den tijd, toen ik mij met deze ziekte bezig hield, werd mij advies gevraagd omtrent de oorzaak van het plotseling afsterven van tomatenplanten. Deze vraag kwam uit Batavia, dus van zoo nabij, dat ik besloot mij daarvan persoonlijk te gaan vergewissen. Het bleek mij toen, dat de ziekte aldaar volkomen identisch was, met die welke ik juist bestudeerde. Op eenige mijner vragen omtrent de verzorging der kiemplantjes en het uitspenen in den vollen grond, werd mij het volgende medegedeeld.

De kiemplantjes waren wel wat te groot geweest, voordat ze uitgeplant werden. En op den dag, toen dat gebeuren zou, kon den tuinman dat niet alleen volbrengen, daarom hielpen de beide huisjongens hem een handje, ook de koetsier en de waterdrager deden voor een oogenblik, toen zij niet anders te doen hadden, mede?!

De schuld kan ook liggen aan de gesteldheid van den bodem. Indien deze uit vasten kleigrond bestaat en niet flink en diep genoeg omgewerkt is, stuit de penwortel bij zijn ontwikkeling op een harde laag en wordt nu gedwongen zich te krommen. Op lossen, humusrijken grond zal dit euvel minder voorkomen, terwijl een degelijke grondbewerking in elk geval zeer veel verderf voorkomt.

Ook zal een bodem, die slecht of onvoldoende gedraineerd is, uitermate gunstig voor het optreden dezer ziekte wezen, daar de wortels van het jonge plantje met het grondwater in blijvend contact komen. Het gevolg daarvan is, dat de wortels spoedig in verrotting overgaan, en weder wordt de bacterie toegang verleend, om het afstervingsproces te helpen verhaasten.

Gaan we nu wat uitvoerig de verwondingen na, die door parasieten aan het wortelstelsel toegebracht worden; deze zijn òf van plantaardigen òf van dierlijken aard.

Tot eerstgenoemde vijanden behooren verschillende parasitische schimmels, die het vermogen bezitten haar myceliumdraden in het inwendige der planten te doen binnendringen. Zoo vond ik meermalen, dat het wortelstelsel in zijn geheel of de wortelhals alleen aangetast waren door een Phytophthora spec. De Phytophthora baant nu den weg voor de bacterie naar het binnenste der plant. Heel duidelijk was de verspreiding der infectie van de eerste aantasting af na te gaan.

De verwondingen door dierlijke vijanden veroorzaakt zijn dikwerf ernstig als men slechts denkt aan de massa schadelijke grondkevers b. v. de zoo gevreesde veenmollen (andjing tanah), die met hunne sterke scharen geduchte kwetsuren kunnen teweegbrengen.

Het komt veelvuldig voor dat insecten vroegtijdig hun eieren in het teere stengeltje der kiemplantjes deponeeren. Wanneer dan later de larve zich naar buiten een uitgang baant, wordt een kanaal gevormd, dat weder communiceert met de inwendige plant. Op een dergelijke wijze wordt blijkens Hoofdstuk I B en II, het wortelstelsel door aaltjes aangetast en daardoor vatbaar voor infectie.

Zooals vroeger uitvoerig vermeld is (zie pag 35) dringt het aaltje als larve den wortel binnen en doorloopt daar de verschillende stadiën om zich tot een mannelijk of vrouwelijk individu te ontwikkelen.

Later zet het bevruchte wijfje haar eieren af in den eierzak, waarmede een uiteendringen der bastweefsels gepaard gaat, wat eindigt met de vorming eener opening, waardoor de larven, die in den eierzak tot ontwikkeling kwamen, naar buiten kunnen treden. Diezelfde opening kan nu weer dienen om de bacterie naar binnen te doen dringen.

Vroegere proeven 1) hebben genoegzaam bewezen, hoe schadelijk de invloed is, die door mechanische verwonding der wortels ontstaat.

De uitkomsten van eenige onderzoekingen, waarbij in het bijzonder de schadelijke invloed van parasitaire verwondingen aangetoond wordt, mogen hier een plaats vinden.

Proef I. Potcultuur. Aarde vooraf gedesinfecteerd.

Een plant werd in den pot gezet, waarna de oppervlakte der aarde met Phytophthora nicotianae (van de tabak) geïnfecteerd. Geregeld werd ze met water begoten, dat kunstmatig geïnfecteerd was met Bac. solanacearum uit rein-cultures.

Na 7 dagen had zich de Phytophthora over de geheele oppervlakte der aarde verspreid en begon het stengelondereinde aan te tasten.

Na 26 dagen bezweek de plant aan de bacterieziekte; de infectie was duidelijk na te gaan van het stengelondereinde af. (Vergelijk Proef Ia. pag. 37 en 38).

Proef II. Potcultuur. Aarde vooraf gedesinfecteerd; de planten werden in de potten gezet, na in iederen pot een andjing tanah begraven te hebben. De planten werden geregeld met geïnfecteerd water begoten.

Na 1 dag vielen enkele planten om, na 3 dagen

1) Proef II w, en a, zie pag 38 en 39.

waren er reeds 10 dood, waarvan, onder den grond, de dunne stengeltjes doorgebeten waren.

Eén plant bleef normaal en vertoonde na 16 dagen de eerste teekenen der ziekte; den volgenden dag stierf ze. Bij onderzoek der aarde bleek de andjing tanah gestorven, toch had hij, voor zijn dood, den penwortel een diepe wonde toegebracht, waardoor naderhand de infectie mogelijk werd.

PROEF III. Potcultuur. Na de sterilisatie van de aarde, mengde ik daardoor heen stukgesneden wortelstukken, die alleen Heterodera radicicola bevatte, zonder geïnfecteerd te zijn met Bac. solanacearum. De planten, die met gewoon water begoten werden, ontwikkelden zich goed, bloeiden en droegen meest kleine vruchten. Bij onderzoek der onderaardsche plant was het wortelstelsel erg aangetast door Heterodera. De plant was overigens gezond gebleven.

PROEF IV. Potcultuur als in proef III., alleen werd de plant hier geregeld begoten met water, dat kunstmatig geïnfecteerd was met Bac. solanacearum uit reincultures. 27 dagen daarna begon de plant te verwelken; adventieve wortelvorming was reeds vroeger begonnen. Precies één maand nadat de plant in dit schadelijk substraat geplant werd, stierf ze. Zoowel het makro- als mikroskopisch onderzoek van de plant bracht de typische verschijnselen der bacterie ziekte aan het licht.

# VIERDE GEDEELTE.

## BIOLOGISCHE ONDERZOEKINGEN.

---

### HOOFDSTUK VII.

### ZIEKTEVERLOOP NA DE INFECTIE.

In het voorgaande hoofdstuk besprak ik de verschillende omstandigheden, waaronder een infectie plaats grijpt, terwijl in het eerste gedeelte, zoowel de in- als uitwendige abnormaliteiten behandeld worden, door het ziekteproces teweeggebracht, zoodat thans aan de orde is na te gaan hoe het binnendringen der bacterie in het inwendige der plant, de eigenlijke oorzaak wordt tot de abnormaliteiten, waarvan het sterven der plant het einde is.

Zooals ik reeds vroeger opmerkte, geschiedt de infectie met de bacterie in de meeste gevallen door tusschenkomst van Heterodera; om zich door de plant te verspreiden, is het nu allereerst noodig, dat ze den vaatbundel en wel het xyleem gedeelte ervan bereikt. Is dat gelukt, dan wordt de bacterie met den opstijgenden stroom uit de wortels naar de bovenaardsche plant medegevoerd en op deze wijze heeft de snelle infectie in alle deelen der plant plaats, (zie hiervoor proef IIw, op pag. 38).

Later zien wij op afzonderlijke plaatsen de bacteriën zich ophoopen, waarvan een min of meer ernstige verstopping der vaten het gevolg is.

Door den schadelijken invloed, dien de bacterie op de vaten uitoefent, ontstaan er gaten in de wanden, waardoor de thyllenvorming mogelijk wordt en de verstopping allengs verergert.

Daarop begint de plant te verwelken en sterft nadat zich een adventieve wortelvorming aan den stengel (adventieve knopvorming aan de bladen?) ontwikkeld heeft en kristalzandcellen in de schors buitengewoon toegenomen zijn.

Doordat de vaten met bacterieslijm gevuld raken, wordt het transport van het vocht, dat van de wortels door de houtvaten opstijgt, in die opwaartsche beweging bemoeielijkt; doch men behoeft daaraan niet zulk een buitengewoon gewicht te hechten. Het slijm van Bacillus solanacearum bestaat toch bijna geheel uit water, (de vaste stof bedraagt zoo goed als niets); bovendien blijft het steeds vloeibaar, zonder ooit tot brokken te verharden. Een totale verbreking van den sapstroom kan niet plaats hebben, omdat hij, hoewel langzaam, door diffusie toch werkzaam blijft. Onder die omstandigheden zal veelal een tijdelijke verwelking kunnen plaats hebben, die echter opgeheven wordt, zoodra verbeterende condities (toename der wortelfuncties en vermindering der transpiratie) voorkomen. Ten bewijze hiervan strekken de uitkomsten der proeven in het begin dezer verhandeling vermeld (zie pag 5—8). Daaruit blijkt tevens, dat dergelijk herstel ook slechts van tijdelijken aard is en niet blijvend meer, zoodra de ziekte in die phase is gekomen, dat de bacterie zijne schadelijken invloed op de vaatwanden doet gelden en de thyllenvorming aanvangt. Het gevolg is dan waternood, daar het waterverlies, dat de plant bij voortgaande transpiratie lijdt, bij een gestadige belemmering van den sapstroom niet vergoed kan worden. De plant begint dan te verwelken, en dit verschijnsel was voor mij de eerste aanleiding tot onderzoek.

Tot nu toe werd slechts van den opstijgenden sapstroom gewaagd, die water met voedingszouten de bovenaardsche plant uit den bodem toevoert; hiernaast bestaat echter een tweede sapstroom — de neerdalende sapstroom — die dient om de producten der stofwisseling af te voeren en deze op vaste plaatsen, meestal in de onderaardsche deelen der plant, als reservevoedsel te deponeeren.

De opstijgende stroom heeft zijn transport door het xijleem, de neerdalende volgt daarentegen de phloeëmbundels.

Zooals ik vroeger reeds opmerkte (pag. 21), beperkt de infectie zich niet uitsluitend tot de houtvaten, maar in de geheele vaatbundel, dus ook in de beide phloeëmbundels, en zelfs in het parenchijm, dat de vaatbundel omgeeft, zijn bacteriën aanwezig.

De ophooping van bacteriën kan ook in het phloeëm dusdanig worden, dat het eveneens tot een verstopping der zeefvaten leidt, waardoor de afvoer der afgewerkte producten uit de tomatenbladeren naar de onderaardsche plant vertraagd wordt.

De gevolgen van de verstopping van het peripherische phloeëm zijn dezelfde als die door een ringwond bij planten met bicollaterale vaatbundel veroorzaakt wordt; in laatstgenoemde geval ontwikkelen zich adventieve wortels boven- en onder de wond, terwijl in betrekking tot deze zieke tomatenplanten ze over de geheele plaats van verstopping te voorschijn treden.

De adventieve wortelvorming treedt dus hier op als gevolg van de prikkel door de verstopping teweeg gebracht, met het doel op een andere wijze de afvoering der overal opgehoopte stofwisselingproducten te volbrengen; gelijktijdig zullen deze adventieve wortels later ook den opstijgenden sapstroom ten goede komen, aangezien ze na verdere ontwikkeling mede water kunnen opnemen, boven het sterk door bacteriën verstopte eigenlijke wortelstelsel.

Het volgende moge hiervoor pleiten.

Een plant, vertoonde het begin der ziekte, o. a. ook de adventiefvormingen aan den stengel, doch verwelkte nog niet. Ik forceerde nu de ontwikkeling dezer adventiefvormingen door te dier plaatse den stengel met nat mos te omwinden. De adventieve wortels ontwikkelden zich buitengewoon voordeelig en toen ze lang genoeg waren, sneed ik den stengel onder deze wortels af en zette dit bovengedeelte apart in een pot met aarde. De plant groeide uitmuntend op, bloeide naderhand goed, doch de vruchten rijpten niet; toen had de ziekte, die natuurlijk inwendig was blijven woeden, wederom de overhand verkregen.

Ofschoon ik niet in staat ben, het onwederlegbaar bewijs te leveren, dat de adventieve knopvorming op de bovenzijde der bladeren een gevolg is van deze ziekte, zoo acht ik het zeker, dat er toch verband tusschen beide bestaat, getuige de vermeerderde afzetting van kristalzand in de schors, welk verschijnsel, gelijk bekend is, geregeld bij bedoelde ziekte zich voordoet.

Het is van algemeene bekendheid, dat onder den invloed van

bepaalde prikkels het plantenleven tot meerdere energie geleid wordt. Mogen deze prikkels van zeer uiteenloopenden aard en talrijk zijn, terloops wil ik slechts herinneren, dat de parasitische levenswijze van vele schimmels eenzelfde uitwerking kan hebben. Deze verhooging van energie beduidt een vermeerderde groei, en onafscheidelijk gaat daarmede een sterkere stofwisseling der plant gepaard.

Van de stoffen, door de wortels uit den bodem opgenomen, wordt de kalk algemeen in aanzienlijke hoeveelheid in de plantencel afgescheiden, wat dan strekt tot neutraliseering der overmaat van plantenzuur. Als zoodanig ontbreekt de kalk in geen enkele plant, maar haar gehalte neemt met den wasdom toe.

Als algemeen bijproduct der stofwisseling is het oxaalzuur aan te merken, waardoor het veelvuldig voorkomen van oxaalzuren kalk in het inwendige der planten gereedelijk verklaard wordt.

Het z.g. „kristalzand" der Solaneae, dus ook van de tomaat, bestaat uit kalkoxalaat, en is dus, volgens voorgaande verklaring, het samengestelde bijproduct der algemeene stofwisseling, dat na zijn vorming werkeloos in de plant achterblijft.

Evenals het optreden van parasitische schimmels een prikkel tot verhooging der stofwisseling veroorzaakt, zou het wellicht niet geheel onmogelijk wezen, wanneer bij bacterieuse ziekten de aanwezigheid van bacteriën een gelijksoortige werking op het leven der aangetaste plant uitoefende.

In dat geval zou de invloed van de hier beschreven bacterieziekte zich ook doen gelden door de ademhaling bij de tomaten, door deze ziekte aangetast, te verhoogen; daaraan paart zich dan een grootere afscheiding van kalk en ontstaat gelijktijdig meer oxaalzuur, waarvan de som een vermeerderde voorraad van kalkoxalaat is.

Hoewel ik er zelf van overtuigd ben, dat mijne onderzoekingen deze categorische conclusie alleen onder reserve mogen wettigen, zou ik in afwachting, dat uitsluitend tot dat doel ondernomen proeven zulks bevestigen, deze verklaring slechts als een eenigszins plausibele hypothese voor bovengenoemd verschijnsel willen laten gelden.

---

# VIJFDE GEDEELTE.

## BACTERIOLOGISCHE ONDERZOEKINGEN.

---

### HOOFDSTUK VIII.

### REINCULTURES VAN BACILLUS SOLANACEARUM; INFECTIEPROEVEN.

Vroeger reeds 1) zijn de bijzondere kenmerken van Bacillus solanacearum besproken en tevens vermeld, hoe deze bacterie zich tegenover verschillende substraten gedraagt.

De gewone reincultuur, die ik altijd voor infectieproeven gebruikte, werden door mij op agar gemaakt in de bekende Petri'sche schaaltjes. De samenstelling mijner voedingsagar bestond uit:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 | Gr. | Phosphorzure kali . . . . | 10 | Gr. | Glycose. |
| 0.5 | „ | Zwavelzure magnesium. . | 20 | „ | agar-agar. |
| 10 | „ | Pepton . . . . . . . . . | 1 | L. | aqua dist. |

In het begin vormt Bac. solanacearum op de oppervlakte van dezen voedingsbodem, kleine ronde leverkleurige kolonies, die zich allengs concentrisch uitbreiden. Te midden dezer ronde, komen veelal ook lensvormige kolonies voor, hoewel beiden door Bac. solanacearum gevormd zijn. Deze verschillende groeimethoden van dezelfde bacterie, is een gevolg van de ligging der kolonies; zijn ze in de agar opgesloten, dan groeien ze wegens gebrek aan zuurstof zich verlengende naar de oppervlakte.

Het minste zuurachtige van den voedingsbodem, oefent een storenden invloed uit op de ontwikkeling van Bac. solanacearum, terwijl alcalisch gemaakte agar, b. v. door toevoeging van natriumphosphaat, den groei bevordert.

Het felle zonlicht verhindert absoluut de ontwikkeling en doodt Bac. solanacearum na langdurig daaraan blootgesteld te zijn.

---

1) Zie Hoofdstuk III, E, pag. 27 en 28.

Een werkelijke reincultuur van Bacillus solanacearum te verkrijgen, gaat met zeer veel moeite gepaard, omdat reeds vroegtijdig verontreinigingen bij het ziekteproces plaats vinden.

Deze veronreinigingen bestaan behalve uit vuilnisbacteriën, voornamelijk uit het aanhangsel eener bepaalde gistsoort, hetwelk bij de vervaardiging van reincultures veel bezwaar oplevert.

Bij doorvallend licht hebben kolonies van Bac. solanacearum een licht blauwgroene kleur, waardoor zij in agar plaatcultures gemakkelijk van de gistkolonies te onderscheiden zijn.

Deze Saccharomyceet, (welke soort het is, heb ik niet verder onderzocht), heeft een kogelronden vorm en is in doorsnede 0.008 m.M.

---

# ZESDE GEDEELTE.

---

## HOOFDSTUK IX.

### MIDDELEN TOT BESTRIJDING DEZER TOMATENZIEKTE.

Daar thans de oorzaak dezer bacterieziekte bekend is, en de ziekteverschijnselen gereedelijk te verklaren zijn uit de samenwerkende invloeden door Heterodera radicicola en Bacillus solanacearum op de tomaat uitgeoefend, hebben wij nu alleen de middelen nog te bespreken, die ter bestrijding dezer parasieten zouden aan te wenden zijn.

De primaire oorzaak dezer ziekte, ligt, zooals we zagen, in de aanwezigheid van wonden, die hetzij door mechanische- of door parasitaire invloeden ontstaan, terwijl de inwendige infectie door Bac. solanacearum eerst secundair optreedt.

De middelen ter voorkoming der ziekte berusten dus bijna uitsluitend op maatregelen, die een verwonding der plant moeten voorkomen.

Wat de mechanische verwondingen betreft, daarvan zijn de middelen ter voorkomlng reeds tegelijk met de verschillende aanleidingen besproken, zoodat daar niet verder over gesproken behoeft te worden.

De middelen ter bestrijding der parasitaire aanvallen, meer in het bijzonder van Heterodera, brengen heel wat meer moeite en zorgen met zich.

Talrijk genoeg zijn de voorschriften, die een gedeeltelijke of tijdelijke bestrijding bedoelen, doch een werkelijk radicaal middel ter verdelging der aaltjes is tot op heden nog niet gevonden. Daarom zal ik hierbij ook niet te lang stilstaan, maar enkel vermelden, dat bij herhaling proeven genomen zijn met gazoline en zwavelkoolstof.

Omtrent de resultaten van laatstgenoemd bestrijdingsmiddel geeft Prof. Zimmermann een volledig overzicht in Teysmannia 1899 10e Jaargang, afl. 5 en 6, p. 332—334.

De bate van al deze middelen is gering, hoewel momentaan zeker een klein voordeel daarmede behaald wordt; het grootste bezwaar is echter, dat de aanwending in het groot met te aanzienlijke kosten gepaard gaat.

Wanneer een radicaal middel tegen de aaltjes bestond, zou de kans van besmetting door tomatenziekte aanmerkelijk verminderd worden; immers volgens proef Iw. en a. op pag. 37 en 38 tasten de bacteriën zelf de plant niet aan. Aan den anderen kant bleek ons uit proef III, pag. 45, dat de aanvallen der aaltjes geen doodelijke gevolgen hebben; de plant krijgt wel onderaardsche knolletjes, doch sterft hiervan niet. Eerst wanneer de bacteriën er bij komen, zie proef IV ontstaat de doodelijke ziekte.

Een afdoend middel ter verdelging van bacteriën, bestaat, helaas, ook nog niet, doch daar Bacillus solanacearum gedood wordt door het felle zonnelicht, zou een veelvuldig en herhaald omwerken van den grond in zekeren zin tot bestrijding kunnen medewerken.

Ongelukkigerwijze bevordert herhaalde grondbewerking juist de vermeerdering der aaltjes.

Het beste, wat aanbeveling verdient is, om op gronden, waarop de tomatenplant sterft en het wetenschappelijk onderzoek deze ziekte als oorzaak doet kennen, in geen geval meer tomaten te planten. Deze gronden moeten ongebruikt gelaten of beplant worden met gewassen, die resistent tegen Heterodera zijn.

Wanneer voor dit laatste doel een andere Solanae kon gevonden worden, zou dit een groote aanwinst voor de tomaat zijn,omdat er dan entproeven konden genomen worden, waarvoor de resistente Solanae als wildstam moest dienen.

Lycopersicum esculentum laat zich zeer gemakkelijk op andere Solaneae enten, en die bewerking heeft ook productief een gunstig gevolg.

De eerste, die zich hiermede bezig hield was baron Tschondy,

die de tomaat op Solanum tuberosum (aardappel) entte. THOUIN 1) bespreekt de proeven van TSCHONDY, de resultaten daarvan waren belangwekkend. Een tomaat, die op een aardappel geënt was, gaf evenveel vruchten als twee gewone tomaten.

In Engeland beproefde DEAN 2) den aardappel op Lycopersicum esculentum te enten en zulks ook met veel succes.

LINDEMUTH 3) citeert een proef van FOUQUET, die Lycopersicum esculentum op Solanum tuberosum entte; daarvan was een dubbele oogst het gevolg; hetzelfde ondernam RICHTER in Zwickau met een even gunstig resultaat.

CARRIÈRE 4) entte de tomaat op Solanum Dulcamara (bitterzoet), waardoor hij een 3 M. hooge plant verkreeg, met talrijke vruchten met een zoeteren smaak en vaster vruchtvleesch, dan de onveredelde exemplaren; FOCKE 5) bevestigt deze entbastaard van Lycopersicum esculentum met Solanum Dulcamara.

Het zou zeer de moeite waard zijn, wanneer in deze richting eens ernstige proeven genomen werden, om zoodoende misschien de uitbreiding dezer bacterieuse tomatenziekte te kunnen beperken.

---

1) THOUIN. Monographie des Propfens, 1824, p. 111.
2) DEAN. Potato Graft. Gard. Chronicle, 1876, II, p. 304.
3) LINDEMUTH. Vegetative Bastardzeugung durch Impifung, 1878, Verhandl. d. Ver. z Beförd d. Gartenbaues. 1830.
4) CARRIÈRE. Wechselseitiger Einfluss von Propfreis und Unterlage. Revue Hortic. cit in Oest. landw. Wochenbl. 1878, p. 221
5) FOCKE Die Pflanzen Mischlinge, — Ein Beitrag zur Biologie der Gewächse. Berlin 1881.

# AANHANGSEL.

Met een enkel woord wil ik hier nog een dierlijke vijand vermelden, die als oorzaak eener belangrijke bladschade der tomaten in de omstreken van Buitenzorg optreedt.

Ter illustratie van de wijze, waarop deze bladbeschadiging uitgevoerd wordt, verwijs ik naar plaat I, fig. 5, waar een aangetast tomatenblad afgebeeld is.

De hier bedoelde vijand behoort tot de orde der schildvleugelige Insecten of Kevers en daarvan tot de familie der Lieveheersbeestjes (Coccinellidae).

Door de vriendelijke hulp van Dr. KONINGSBERGER, die een exemplaar voor mij determineerde, ontving ik de geslachtsnaam Epilachna, met de waarschijnlijke soortnaam *E. territa* MULS.

Voor een fraaie gekleurde afbeelding van dezen vijand, verwijs ik naar het II° deel van „De dierlijke vijanden der koffiecultuur op Java" 1) bewerkt door Dr. KONINGSBERGER en Prof. Dr. ZIMMERMANN, plaat 5, fig. 22 en 23; de eerste figuur stelt het mannetje, de tweede het wijfje voor.

Dit insect voedt zich evenals zijne larve met de bladeren van Lycopersicum esculentum; gewoonlijk vreten zij vanaf de bovenzijde het blad aan.

De nadeelige gevolgen van deze bladbeschadiging blijken natuurlijk, doordat het blad, wegens het verlies van zijn bladmoes, niet meer in staat is zijne levensverrichtingen na te komen.

Hoewel de Lieveheersbeestjes over het algemeen tot de nuttigste insecten gerekend worden, omdat zij en hunne larven zich bij voorkeur met blad- en schildluizen voeden treedt deze plantenetende vorm vooral voor de tomaat als een ernstige vijand op.

---

1) Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin, 1901. No. XLIV.

Dr. Koningsberger vermeldt, dat zij bij meerdere tot deze familie behoorende planten gelijksoortige schade aanricht, zooals b.v. bij de aardappel en bij wildgroeiende Solanaceae (l.c. pag. 88, fig. 44)

---




F.W. T. Hunger del. M.Kromohardjo lith.

## PLAAT I.

Fig. 1. Gedeelte van een bacteriezieke tomatenstengel, met adventieve wortelvorming. nat. gr.

Fig. 2. Lengte doorsnede door een bacteriezieke tomatenstengel. nat. gr.
a. aangetast merg. b. gaten in het merg.

Fig. 3. Wortelstelsel eener bacteriezieke tomatenplant hetwelk door Heterodera radicicola aangetast is.
bij a. de gallen van Heterodera. nat. gr.

Fig. 4. Gedeelte van een wortel met Heteroderaknolletjes, 3 × vergr.

Fig. 5. Tomatenblad aangetast door Epilachna territa MULS. nat. gr.

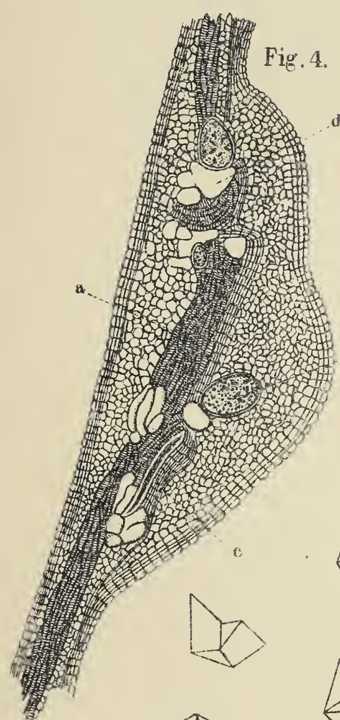



Fig. 4.

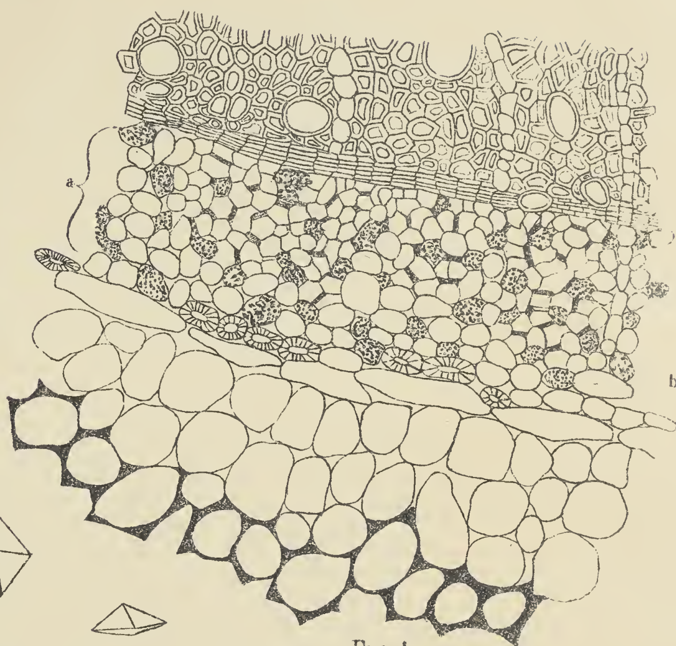



Fig. 1.

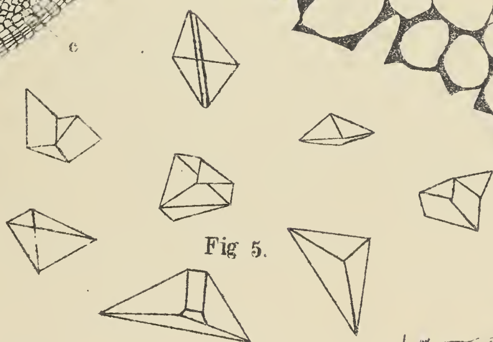


Fig 5.

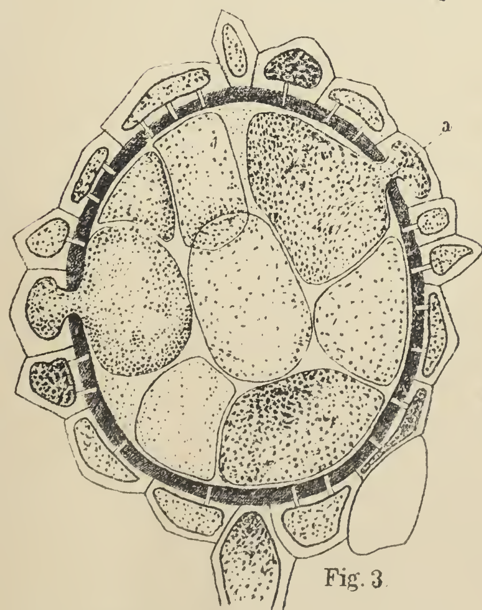



Fig. 3

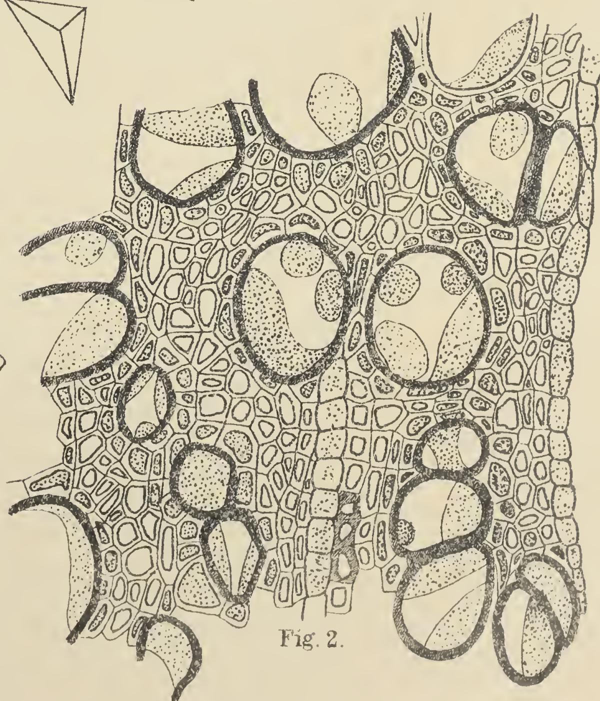


Fig. 2.

F. W. T Hunger del.

M.Kromohardjo lith.

## PLAAT II.

Fig. 1. Dwarse doorsnede door een bacteriezieke tomaten stengel.
bij a. de schors, b. kristalzandcellen.
50 × vergr.

Fig. 2. Gedeelte van de vaatbundel eener bacteriezieke tomatenplant, dwarsche doorsnede, 200 × vergr.

Fig. 3. De inwendige holte van een houtvat, door thyllen vorming verstopt 200 × vergr.

Fig. 4. Lengtedoorsnede door een Heteroderaknolletje van het wortelstelsel eener bacteriezieke tomatenplant.
$^1/_2$ nat. gr.
a. Vaatbundel, b. ♀ Heterodera,
c. ♂ Heterodera.